



Governo do Distrito Federal
Controladoria-Geral do Distrito Federal
Subcontroladoria de Controle Interno

RELATÓRIO DE AUDITORIA
Nº 1/2024 - DATOS/COLES/SUBCI/CGDF

Unidade: Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal
Processo nº: 00480-00000176/2024-73
Assunto: Execução das obras de construção do viaduto da EPIG
50/2022-SUBCI/CGDF de 16/03/2022
Ordem de Serviço: Prorrogação: 112/2022-SUBCI/CGDF de 11/07/2022 e 144/2022-SUBCI/CGDF de 31/08/2022
Nº SAEWEB: 0000022052

1. INTRODUÇÃO

Este relatório visa informar se a unidade auditada está em conformidade com as normas e os procedimentos que devem ser seguidos. São registradas desconformidades, caso detectadas, e apresentadas recomendações pertinentes para melhoria da gestão.

A auditoria foi realizada no(a) Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal, durante o período de 25/04/2022 a 21/09/2022, com o objetivo de avaliar os atos e fatos relacionados à fase de execução das obras da interseção da rodovia DF-011 (EPIG) com a via de acesso ao Parque da Cidade e o Setor Sudoeste, incluindo alças de acesso, dois viadutos e infraestrutura urbana.

Para subsidiar as respostas às questões de auditoria foram analisados os seguintes processos:

Processo	Credor	Objeto	Termos
00110-00002310/2019-01	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	Execução das obras de interseção da rodovia DF-011 (EPIG) com a via de acesso ao Parque da Cidade e a Avenida das Jaqueiras do Setor Sudoeste, incluindo dois viadutos e suas alças de acesso, bem como infraestrutura urbana.	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 24.695.106,58
00110-00002540/2021-87	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	1ª medição (01/07/2021 a 31/08/2021).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 58.557,89



Processo	Credor	Objeto	Termos
00110-00002825/2021-18	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	2ª medição (01/09/2021 a 25/09/2021).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 743.396,07
00110-00003055/2021-21	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	3ª medição (26/09/2021 a 25/10/2021).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 933.152,12
00110-00003309/2021-19	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	4ª medição (26/10/2021 a 05/12/2021).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 868.273,18
00110-00000176/2022-00	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	5ª medição (06/12/2021 a 31/12/2021).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 443.035,44
00110-00000555/2022-91	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	6ª medição (01/01/2022 a 31/01/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 1.446.168,04
00110-00000868/2022-40	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	7ª medição (01/02/2022 a 10/03/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 397.330,60
00110-00001181/2022-21	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	8ª medição (11/03/2022 a 25/03/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 1.428.810,87
00110-00001400/2022-72	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	9ª medição (26/03/2022 a 25/04/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 668.066,48
00110-00001828/2022-15	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	10ª medição (26/04/2022 a 31/05/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 1.075.828,40
00110-00002094/2022-91	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	11ª medição (01/06/2022 a 01/07/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 2.318.854,62
00110-00002402/2022-89	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	12ª medição (02/07/2022 a 31/07/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 1.031.150,62
00110-00002854/2022-61	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	13ª medição (01/08/2022 a 25/08/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 836.389,21
00110-00003278/2022-79	CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (43.619.133/0001-53)	14ª medição (26/08/2022 a 30/09/2022).	Contrato nº 020 /2021 – SODF. Valor Total: R\$ 532.983,09



Sumariamente, o relato está estruturado da seguinte maneira:

- 1) Introdução (p. 1/14);
- 2) Questões e Respostas (p. 15);
- 3) Resultados (p. 15/411):
 - 3.1.1. Falsificação parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural (p. 15/61);
 - 3.1.2. Redução da resistência do concreto e da durabilidade das estruturas dos viadutos (p. 62/236);
 - 3.1.3. Superfaturamento por superdimensionamento de armaduras das estacas moldadas “*in loco*” (p. 237/254);
 - 3.1.4. Superfaturamento nos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas (p. 255/286);
 - 3.1.5. Superfaturamento nos serviços de pavimentação (p. 287/362);
 - 3.1.6. Superfaturamento no serviço de momento de transporte para descarte de material (p. 363/399);
 - 3.1.7. Superfaturamento no serviço de instalação de tapume para isolamento do canteiro de obras (p. 400/411).
- 4) Conclusão (p. 411);
- 5) Anexos (p. 412/505):
 - Anexo I. Autoria e responsabilidade técnica do projeto executivo das OAE 8 e 9 (p. 412/416);
 - Anexo II. Elementos de concreto estrutural (p. 417/420);
 - Anexo III. Controle de qualidade na construção civil (p. 421/449);
 - Anexo IV. Fundamentos do dimensionamento estrutural de estacas submetidas a esforços transversais (p. 450/454);
 - Anexo V. Exemplificação do cálculo estrutural dos estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) (p. 455/489);
 - Anexo VI. Memória de cálculo dos serviços de pavimentação (p. 490/501);
 - Anexo VII. Erros pontuais no cálculo de áreas e volumes de terraplenagem (p. 502/505).
- 6) Referências Bibliográficas (p. 506/509);
- 7) Notas de Fim (p. 509/522).



Como se vê, por questões redacionais, optou-se por incluir anexos ao relatório contendo os pormenores de algumas situações fáticas, bem como as fundamentações técnicas em torno das constatações da auditoria. Desse modo, o leitor poderá recorrer a eles toda vez que quiser aprofundar em assuntos relatados de modo mais direto ao longo dos achados.

Síntese dos achados (pontos) de auditoria[1] e encaminhamento dos resultados à unidade auditada

O objetivo da auditoria consistiu em avaliar a execução da obra segundo os requisitos de segurança, funcionalidade, adequação ao interesse público, economia na execução, bem como do emprego da boa técnica, visando a durabilidade do empreendimento. Para isso, a matriz integrada de planejamento e procedimentos – MIPP[2] contemplou a seguinte questão de auditoria: *A execução da obra atende aos requisitos legais de segurança, de economia e de adoção de normas técnicas?*

Destaca-se que, como a questão se mostrou demasiadamente abrangente, delimitou-se o seu escopo por meio da definição dos procedimentos[3] a serem realizados. Assim, a metodologia utilizada constituiu-se de análise documental[4], conferência de cálculos[5] e observação de atividades (ou observação de campo)[6], com o intento de verificar o controle de qualidade de materiais e serviços, bem como verificar a ocorrência de superfaturamento[7] na execução dos serviços. Dessa feita, ao todo foram detectadas **sete falhas do tipo “C”** (situações indesejáveis que comprometem significativamente o desempenho da unidade auditada), sendo duas associadas ao controle de qualidade de materiais e serviços, e cinco referentes a superfaturamento na execução de serviços.

Com relação às falhas graves no controle de qualidade de materiais e serviços, no Ponto de Auditoria 3.1.1, será evidenciada a falsificação parcial realizada pelo executante em documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural procedido por instituição acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. Por sua vez, no Ponto de Auditoria 3.1.2, evidenciar-se-á a causa dessa falsificação, que consistiu basicamente na tentativa de ocultação dos elementos estruturais dos viadutos que não atingiram as resistências especificadas em projeto, a partir de ensaios com corpos de prova de concreto moldado em estado fresco.

Após ter sido expedido o relatório preliminar de auditoria por esta CGDF evidenciando os resultados de não conformidade com corpos de prova moldados, verificou-se que foram realizadas diversas campanhas de extrações de testemunhos por parte dos intervenientes, que, apesar de estarem permeadas de inconsistências, foram tidas por suficientes



para a Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal – SODF concluir que a resistência das estruturas dos viadutos está em conformidade com a resistência especificada em projeto.

Só que, como as resistências dos testemunhos extraídos a partir de 365 dias da data de concretagem dos respectivos elementos estruturais superaram as resistências dos corpos de prova rompidos aos 28 dias, isso seria um indicativo de que pode de ter havido alguma falha no processo de moldagem ou de ruptura dos corpos de prova, fazendo com que estes não refletissem a resistência potencial dos elementos estruturais.

Como consequência, ainda remanesce a necessidade de consulta ao projetista original ou, diante de sua recusa, de outro profissional técnico habilitado e independente das partes envolvidas, para avaliar o atendimento ou não dos critérios de qualidade das estruturas dos viadutos, tendo em vista que alguns elementos estruturais que as compõem não atingiram as resistências mínimas para atender ao requisito da durabilidade previsto na norma da ABNT.

No tocante ao superfaturamento na execução de serviços, demonstrar-se-á nos Pontos de Auditoria n^{os} 3.1.3 a 3.1.7 a ocorrência de dano provocado ao patrimônio da Administração Pública de **R\$ 947.159,45**, o qual foi apurado pela equipe de auditoria a partir da amostra de serviços definida a partir do método de categorização denominado Curva ABC (Tabela 1). Desse montante, **R\$ 584.407,37 já foram reparados aos cofres públicos** pelas glosas realizadas pelos executores do contrato da SODF no âmbito da 22^a medição (SEI n^o 115312547) e da 24^a medição (SEI n^o 119918739), após terem recebido o Informativo de Ação de Controle n^o 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI n^o 113851991), e os R\$ 362.752,08 restantes ainda carecem de glosa por parte da SODF.

Para o levantamento da Curva ABC, consideraram-se os serviços efetivamente pagos, já computados eventuais aditivos, até a última medição formalizada durante o prazo de execução da auditoria (12^a medição, Processo SEI n^o 00110-00002402/2022-89, protocolada no SEI em 9/8/2022, e que englobou o período de 2/7/2022 a 31/7/2022).

Assim, definiu-se uma amostra que contempla **74,75%** do valor total pago acumulado até a 12^a medição do contrato (**R\$ 11.491.431,48**), que representa um montante pago de **R\$ 8.589.673,89**.

Tabela 1 – Amostra de auditoria definida pela Curva ABC.

Seq.	Código e descrição dos serviços	Valor Contratual (R\$)	Valor Medido (R\$)	% do Total	% Acumulado
1	0407819 M - ARMAÇAO EM AÇO CA-50 - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCACAO	2.463.599,10	2.039.938,59	17,75%	17,75%
2	92218M - TUBO DE CONCRETO PARA REDES COLETORAS DE AGUAS PLUVIAIS, DIAMETRO DE 1500 MM (PA-2), JUNTA RIGIDA, INSTALADO EM LOCAL COM BAIXO NIVEL DE INTERFERENCIAS - FORNECIMENTO E ASSENTAMENTO. AF 12/2015	1.081.132,59	960.612,69	8,36%	26,11%
3	95876 - TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020	4.493.741,65	953.313,90	8,30%	34,41%
4	08-73-00 M - FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO	825.603,16	815.159,08	7,09%	41,50%
5	2306076M - ARMAÇAO DE ESTACA ESCAVADA OU PAREDE DIAFRAGMA EM AÇO CA-50 COM APOIO DE GUINDASTE - FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCACAO	530.916,02	530.916,03	4,62%	46,12%
6	ADM LOCAL - ADMINISTRACAO LOCAL	1.632.972,62	503.364,39	4,38%	50,50%
7	CPU - 11 - REMANEJAMENTO REDE AÉREA	435.036,35	435.036,35	3,79%	54,29%
8	3108005M - FORMAS DE COMPENSADO RESINADO 14 MM - USO GERAL - UTILIZACAO DE 3 VEZES - CONFECCAO, INSTALACAO E RETIRADA	485.113,77	419.088,03	3,65%	57,93%
9	4011276M - BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL	2.212.094,09	390.407,62	3,40%	61,33%
10	1524 - CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	326.344,52	326.205,80	2,84%	64,17%
11	41899 - CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE	2.435.228,45	237.288,79	2,06%	66,23%
12	11145 - CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C35, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVICO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	271.850,39	232.861,86	2,03%	68,26%
13	74154/1 M - ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M	695.929,12	202.882,44	1,77%	70,03%
14	08-79-00 M - ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 "	194.347,17	194.347,17	1,69%	71,72%
15	4743 - CASCALHO DE CAVA	1.057.853,57	175.589,11	1,53%	73,25%
16	98459 - TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF 05/2018	172.662,05	172.662,05	1,50%	74,75%
Valor Total Amostra		19.314.424,63	8.589.673,89	28,53%	74,75%
Valor Total Geral		30.102.679,66	11.491.431,48	38,17%	100,00%

Ademais, tendo em vista a similaridade e/ou a correlação de outros itens de serviços não selecionados com os definidos na amostra de auditoria, esclarece-se que, quando eventualmente constatadas, serão apresentadas as inconsistências atinentes a esses serviços.

A saber, o superfaturamento apurado está relacionado ao superdimensionamento de armaduras das estacas moldadas *in loco*, bem como à medição incorreta dos serviços de protensão das vigas longarinas, de pavimentação, de momento de transporte para descarte de material e de instalação de tapume para isolamento do canteiro de obra.

Por fim, destaca-se que a escolha do lapso temporal de análise foi baseada sobremaneira no período em que a equipe de auditoria teve condições de lançar mão da técnica da observação de campo, em que foram coletadas inúmeras evidências fotográficas como se verá.

Objeto de auditoria

Como dito, o objeto da presente auditoria está relacionado às obras de interseção da rodovia DF-011 (Estrada Parque Indústrias Gráficas – EPIG) com a via de acesso ao Parque da Cidade e a Avenida das Jaqueiras do Setor Sudoeste, incluindo dois viadutos e suas alças de acesso, bem como infraestrutura urbana.

Em maiores detalhes, consoante especificado no Termo de Referência – SODF /SUPOP, de 10/11/2020 (SEI nº 51409913) – denominado na “*Lista de Protocolos*” do SEI como “*Termo de Referência 109*”, doravante TR-SODF/109 –, o referido objeto contempla readequação do projeto executivo das Obras de Arte Especiais – OAE 8 e 9 (conhecidas como viadutos do Sudoeste ou viadutos da EPIG), desvio de tráfego durante a execução da obra, bem como serviços de terraplenagem[8], de pavimentação, de drenagem, de sinalização viária e de paisagismo.

Para se ter ideia de valores, o orçamento base da licitação agrupou resumidamente os preços estimados da seguinte forma:

Tabela 2 – Tabela resumo de preços.

Item	Descrição	BDI (*)	Preço Total Estimado	%
1	Mobilização e desmobilização		R\$ 18.267,61	0,06%
2	Instalação do canteiro		R\$ 329.217,90	1,00%
3	Administração da obra		R\$ 1.304.581,58	3,98%
4	Demolições e retiradas		R\$ 959.013,27	2,93%
5	Terraplanagem		R\$ 2.940.713,10	8,97%
6	Obras de drenagem de águas pluviais		R\$ 4.301.404,11	13,13%
7	Desvio provisório do trânsito		R\$ 1.523.830,19	4,65%
8	Sistema viário		R\$ 5.768.626,89	17,61%
9	Obras de arte especiais		R\$ 5.129.507,15	15,66%
10	Sinalização viária		R\$ 210.776,91	0,64%



Item	Descrição	BDI (*)	Preço Total Estimado	%
11	Paisagismo	20,34%	R\$ 1.326.701,91	4,05%
12	Readequação de projetos, com BDI de Consultoria	25,51%	R\$ 71.131,25	0,21%
13	Serviços e materiais betuminosos e transporte, com BDI diferenciado	11,10%	R\$ 3.199.332,38	10,58%
14	Limpeza final da obra	20,34%	R\$ 144.687,59	0,44%
Total Geral (sem desoneração)			R\$ 27.227.791,84	100,00%

(*) **BDI** é a sigla para “benefícios e despesas indiretas”, que corresponde ao valor percentual que incide sobre o custo global de referência para realização da obra ou serviço de engenharia.

Fonte: Orçamento base da licitação (SEI nº 50505294, p. 2).

Nota-se assim que o objeto contém diversas tipologias de obras e serviços. Não obstante, entende-se ele que se enquadra na categoria das chamadas obras viárias, haja vista possuir a finalidade (função) primária de circulação de pessoas e de bens. Mais especificamente, pode-se dizer que corresponde a uma obra rodoviária (que integra uma das subcategorias das obras viárias), por ter como produto final uma obra de construção que visa a atender a função de permitir a circulação de veículos rodoviários com toda a infraestrutura necessária a essa função. [9]

Além disso, é preciso esclarecer que o projeto executivo das OAE 8 e 9 é composto de duas especialidades: projeto estrutural e projeto de fundações, sendo que a autoria das referidas especialidades de projeto perpassa pela prestação de serviços técnicos profissionais especializados de dois engenheiros civis, de modo que existe um projeto executivo original (que foi o utilizado na licitação) e outro readequado (revisado em fase de obra). Por essa razão, sempre que for feita referência a esses profissionais, serão utilizadas as designações projetista original e projetista revisor. Maiores detalhes podem ser compulsados no Anexo I.

Licitação e contratação

A licitação realizada para contratação da obra pública foi do tipo menor preço, na modalidade concorrência e sob regime de empreitada por preço unitário, a qual foi conduzida pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil – NOVACAP, nos termos do Edital de Concorrência nº 011/2020 – DECOMP/DA[10] (SEI nº 52468724), ao preço global estimado de **R\$ 27.227.792,53**, tendo sido homologada em 20/5/2021 pela Diretoria Executiva (SEI nº 62160736).

O preço global estimado é resultado do orçamento base (SEI nº 50505294), elaborado por servidora da SODF, sob Anotação de Responsabilidade Técnica – ART nº 0720190081624 (SEI nº 38858382)[11], com data-base 9/2020. Essa data foi adotada para os



custos unitários de referência obtidos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI, entretanto, no tocante ao Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, a data-base foi 4/2020.

Posteriormente, no dia 29/6/2021, no âmbito da SODF, houve a celebração do Contrato nº 020/2021 – SODF (SEI nº 64781968), ao valor global de **R\$ 24.695.106,58** (desconto de 10,25%), com o CONSÓRCIO VIADUTO EPIG (anteriormente denominado CONSÓRCIO ETERC – PRINCIPAL), CNPJ nº 43.619.133/0001-53, formado pelas seguintes empresas:

1. ETERC ENGENHARIA LTDA. (CNPJ 03.987.285/0001-94); e
2. PRINCIPAL CONSTRUÇÕES LTDA. (CNPJ 26.968.438/0001-51).

Para a execução da obra, foram registradas as seguintes ART de Obra ou Serviço:

- ART nº 0720210056770 (SEI nº 69470736, p. 1/2);
- ART nº 0720210056790 (SEI nº 69470736, p. 4); e
- ART nº 0720210088580 (SEI nº 92037528);

Destaca-se que as supracitadas ART foram expedidas por três profissionais da ETERC ENGENHARIA LTDA., sendo que apenas dois deles já estavam dispostos na “DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA” do “ANEXO IV – INDICAÇÃO DE EQUIPE TÉCNICA” entregue na fase de habilitação (SEI nº 54265682, p. 82). Por outro lado, não foram encontradas, nos autos analisados, as ART dos três profissionais da PRINCIPAL CONSTRUÇÕES LTDA. indicados na fase habilitatória (SEI nº 54265682, p. 85), tampouco a ART do quarto profissional que consta da placa da obra.

No tocante aos representantes da Administração especialmente designados para acompanhar e fiscalizar a execução do contrato nos termos do “caput”, do art. 67, da Lei Federal nº 8.666/1993, foram designados os servidores da SODF elencados na Portaria nº 100, de 8/7/2021 (SEI nº 65470966), publicada no Diário Oficial do Distrito Federal – DODF nº 129, de 12/7/2021, p. 41.

Além disso, considerando que a supracitada lei também permite a contratação de terceiros para assistir e subsidiar de informações os referidos representantes da Administração, foi pactuado o Contrato nº 018/2021 – SODF (SEI nº 64206105), ao valor global de **R\$ 853.828,46**, com a FUTURE MOTION BRASIL SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA. (anteriormente denominada FUTURE ATP SERVIÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA.) (CNPJ 35.467.604/0001-27), para prestação de serviços de supervisão e apoio técnico na implantação da obra.



Aspectos orçamentários

As informações orçamentárias da contratação encontram-se na sequência:

- **Receitas**
 - Fonte de Recursos e de Financiamento: 100 e 135
 - Fonte de Recursos: 100 – Receitas Ordinárias (Não Vinculadas) do Tesouro do DF
 - Fonte de Financiamento: 135 – Operações de Créditos Internas
- **Despesas**
 - Classificação Institucional: 22.101
 - Órgão Orçamentário: 22 – Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal
 - Unidade Orçamentária: 101 – Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal
 - Classificação Funcional: 15.782
 - Função: 15 – Urbanismo
 - Subfunção: 782 – Transporte Rodoviário
 - Estrutura Programática: 6216.3119.0004
 - Programa: 6216 – Mobilidade Urbana
 - Ação: 3119 – Implantação do corredor de transporte coletivo
 - Subtítulo: 0004 – Eixo Oeste (Linha Verde) – Região Oeste
 - Classificação da Natureza da Despesa: 4.4.90.51
 - Categoria Econômica: 4 – Despesa Orçamentária de Capital
 - Grupo de Despesa: 4 – Investimentos
 - Modalidade de Aplicação: 90 – Aplicações Diretas
 - Elemento de Despesa: 51 – Obras e Instalações

Quanto à fonte de financiamento 135 – Operações de Créditos Internas, recorda-se que, no dia 5/6/2014, foi pactuado o Termo de Compromisso nº 402.091-01/2014 (SEI nº 26386394), celebrado entre a União (por intermédio do então Ministério das Cidades e representada pela Caixa Econômica Federal – CAIXA) e o Distrito Federal, cujo objeto fora uma transferência de recursos financeiros da União, no âmbito do Programa Mobilidade Urbana e Trânsito, destinado à implantação de Sistema de Transporte de Passageiros, denominado Eixo Oeste. Tanto é que o empenho inicial de R\$ 12.597.174,96 a favor do executante, por meio da Nota de Empenho 2021NE00438, de 23/6/2021 (SEI nº 64530324), utilizou-se integralmente da supracitada fonte de financiamento.



Critérios de auditoria

Nas auditorias governamentais, é sabido que o desenvolvimento dos achados requer a existência de um de seus atributos, os denominados critérios de auditoria, que correspondem à situação ideal ou esperada, isto é, o referencial requerido ou desejado para a gestão. Tais critérios encontram-se na legislação, nos regulamentos, nas cláusulas contratuais, nas normas, na jurisprudência, no entendimento doutrinário, bem como nos referenciais aceitos ou tecnicamente validados (padrões e boas práticas).[12]

Nesse sentido, como o objeto de auditoria consiste em uma obra pública de engenharia, faz-se oportuno compreender alguns aspectos em torno da normalização na construção civil.

Primeiramente, é válido elucidar o conceito de normalização:

Normalizar é padronizar atividades específicas e repetitivas. Genericamente, a normalização pode ser vista como uma maneira de organizar as atividades por meio da **criação e utilização de regras ou normas**, visando sempre ao **desenvolvimento econômico e social**. Dentro deste enfoque, a normalização é o processo de padronização destinado a estabelecer e aplicar regras, de forma a ordenar uma atividade específica para o benefício de todos os interessados, levando em consideração **condições funcionais e exigências de segurança**. (L. ROMAN, JOBIM e H. ROMAN, 2007, p. 75/76, grifo nosso)

Os objetivos da normalização decorrem de seu conceito e envolvem, mas não estão restritos a: controle de variedade, facilidades de uso, compatibilidade, intercambialidade, saúde, segurança, proteção do meio ambiente, proteção do produto, entendimento mútuo, desempenho econômico, comércio. Desse modo, contribuem para evitar barreiras técnicas e comerciais, além de facilitar a cooperação tecnológica em diversos campos, tais como: engenharia, transporte, agricultura, grandezas e unidades.[13]

Em vista disso, existem documentos normativos que estabelecem regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados. Exemplos são as normas, as especificações técnicas, os códigos de prática e os regulamentos.[14] Dentre esses, convém destacar as normas (usualmente denominadas normas técnicas), que são documentos estabelecidos por consenso e aprovados por um organismo reconhecido, para uso comum e repetitivo, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto[15]. Além disso, segundo disposto no sítio da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT[16], elas representam o consenso sobre o estado da arte[17] de determinado assunto, obtido entre especialistas das partes interessadas.

A mais disso, como também consta do sítio da ABNT, em regra, essas normas não são de observância obrigatória, ou seja, são de uso voluntário. Todavia, elas se tornam



cogentes quando explicitadas em atos normativos do Poder Público (lei, decreto, portaria) ou quando expressas em contratos. Não obstante, elas são sistematicamente adotadas em processos judiciais.

Portanto, para fins da presente auditoria, serão adotadas como critérios técnicos de auditoria as normas prescritas pela ABNT, as normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, bem como as boas práticas (técnicas de “bem construir”) constantes da literatura especializada.

A pertinência legal da adoção das normas da ABNT subsiste pelas previsões insculpidas no inciso X, *in fine*, do art. 6º, da Lei Federal nº 8.666/1993, c/c inciso VIII, do *caput*, do art. 39, da Lei Federal nº 8.078/1990.

Não bastassem esses comandos legais, os instrumentos licitatórios e contratual preveem a observância de normas técnicas, conforme demonstrado na sequência.

O Edital de Concorrência nº 011/2020 – DECOMP/DA dispõe:

2. CONDIÇÃO PRELIMINAR

2.1 A **participação na Licitação implica** a aceitação integral e irretroatável dos termos deste Edital, Anexo(s) e Instruções, bem como a **observância** dos Regulamentos Administrativos e das **Normas Técnicas pertinentes**. (Edital de Concorrência nº 011/2020 – DECOMP/DA, de 11/12/2020, SEI nº 52468724, grifo nosso)

Previsão essa que fora corroborada, em relação às normas da ABNT, com a assinatura do Contrato nº 020/2021 – SODF, segundo o qual:

CLÁUSULA QUARTA – Da Forma e Regime de Execução

O Contrato será executado [...] em conformidade com o Edital, Projetos, Termo de Referência 109 (doc. 51409913) e **Normas Técnicas da ABNT**.

[...]

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA – Das Obrigações e Responsabilidades da Contratada

[...]

11.2 – Para a execução da obra objeto deste Contrato, a CONTRATADA também se obriga a:

[...]

II. A CONTRATADA obriga-se a executar as obras e serviços obedecendo, integral e rigorosamente, no que for pertinente, às respectivas normas da ABNT, os projetos, ensaios, testes, detalhes, normas, memoriais, planilhas de orçamento, cronograma físico- financeiro e especificações e demais documentos que compõem a presente licitação;

[...]

XXXIII. Responsabilizar-se pela perfeita execução dos serviços de acordo com as normas e padrões adotados pelo CONTRATANTE e demais órgãos/entidades



competentes e apontados nas especificações técnicas e/ou **pela ABNT**; (Contrato nº 020 /2021 – SODF, de 29/6/2021, SEI nº 64781968, grifo nosso)

Ainda nessa esteira de critérios técnicos, também está disposto no TR-SODF/109 que, além das “*Normas Técnicas da ABNT*”, devem ser obedecidas as “*Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT*”, veja-se:

9. ESCOPO DOS SERVIÇOS

[...]

9.3. ESPECIFICAÇÕES

Os serviços deverão ser executados de acordo com os projetos e relatórios de projeto a serem fornecidos pela SODF, as **Especificações Gerais para Obras Rodoviárias do DNIT**, as **Normas Técnicas da ABNT**, NOVACAP, DER/DF, bem como as orientações da Fiscalização desta SODF. (Termo de Referência – SODF/SUPOP, TR-SODF/109, de 10/11/2020, SEI nº 51409913, grifo nosso)

Por esse motivo é que as normas do DNIT também comporão o arcabouço de critérios técnicos de auditoria.

Além das normas da ABNT e do DNIT, eventuais outros critérios que venham a ser utilizados estarão explicitados ao longo do relato.

Por fim, esclareça-se que, para fins redacionais em relação aos intervenientes, serão adotadas apenas as terminologias constantes da NBR 5671 da ABNT. Logo, ao longo do relato, considerar-se-ão apenas as seguintes referências:

- A **firma projetista**, que é a pessoa jurídica legalmente habilitada e contratada para elaborar, por meio de seu quadro técnico, o projeto de um empreendimento ou parte deste[18], representada pela PRISMA CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA. (CNPJ 02.429.986/0001-45);
- Os **autores de projeto** (projetistas), que são as pessoas físicas legalmente habilitadas e contratadas para elaborar os projetos da obra[19], sendo representados, no caso concreto, pelo profissional da firma projetista (ART nº 22844/08, SEI nº 26969908) e pelos projetistas original (ART não encontrada) e revisor (ART nº 1020220111902, SEI nº 86613974, p. 2) das OAE 8 e 9, consoante elucidado no Anexo I;
- O **executante**, que corresponde à pessoa jurídica legalmente habilitada e contratada pela Administração para executar o empreendimento, assumindo a responsabilidade técnica deste de acordo com o projeto e em condições mutuamente estabelecidas, nos termos das Leis Federais nºs 5.194/1966 e 8.666/1993[20], representado pelo CONSÓRCIO VIADUTO EPIG – anteriormente denominado CONSÓRCIO ETERC - PRINCIPAL (CNPJ nº



43.619.133/0001-53), formado pela ETERC ENGENHARIA LTDA. (CNPJ 03.987.285/0001-94) e PRINCIPAL CONSTRUÇÕES LTDA. (CNPJ 26.968.438/0001-51).

- Os **fiscais**, que são as pessoas físicas legalmente habilitadas para exercer a fiscalização, isto é, verificar o cumprimento parcial ou total das disposições contratuais em todos os seus aspectos[21], representados pelos servidores públicos da SODF designados pela Portaria nº 100, de 8/7/2021 (SEI nº 65470966); e
- A **supervisora** que, nos termos do “caput”, do art. 67, da Lei Federal nº 8.666/1993, corresponde a terceiro contratado para assistir e subsidiar de informações os fiscais em sua atribuição de acompanhar e fiscalizar a execução da obra, sendo representada pela FUTURE MOTION BRASIL SERVICOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA. (anteriormente denominada FUTURE ATP SERVIÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA.).

Encaminhamento de resultados mediante relatório preliminar

No dia 30/5/2023, foi encaminhado o **Informativo de Ação de Controle nº 1 /2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF** (SEI nº 113851991), atualmente denominado Relatório Preliminar de Auditoria – RPA, nos termos do inciso VIII, do art. 10, da Portaria nº 163 /2023 – CGDF, que corresponde ao documento elaborado pela equipe de auditoria, revisado pelo Diretor da Diretoria de Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia – DATOS e pelo Coordenador da Coordenação de Auditoria de Licitações e Contratos Especializados – COLES, e aprovado pelo Subcontrolador da Subcontroladoria de Controle Interno – SUBCI, desta Controladoria-Geral do Distrito Federal – CGDF, com o objetivo de dar conhecimento aos gestores da SODF acerca das constatações e das recomendações registradas pelo órgão especializado e central do Sistema de Controle Interno do Poder Executivo do Distrito Federal.

Desse modo, objetivou-se oportunizar a unidade auditada de se manifestar quanto à pertinência dos registros consignados no item “3. *RESULTADOS*”, mais especificamente em relação aos campos “*Fato*” e “*Causa*”, bem como quanto à viabilidade de implementação das recomendações propostas nos Pontos de Auditoria 3.1.1 a 3.1.7 antes da emissão do relato final da ação de controle, conforme inciso V, do “caput”, do art. 33, da Portaria nº 47/2017 – CGDF, vigente à época de emissão do referido Informativo.

Logo, frisa-se que, nos Pontos de Auditoria 3.1.1 a 3.1.7, há um tópico específico acerca da “*Manifestação da unidade auditada*”, em que será dada transparência às declarações de agentes públicos da SODF.



2. QUESTÕES E RESPOSTAS

Questão de Auditoria	Resposta
1. A execução da obra atende aos requisitos legais de segurança, de economia e de adoção de normas técnicas?	- Não

3. RESULTADOS

3.1. QUESTÃO 1 - A execução da obra atende aos requisitos legais de segurança, de economia e de adoção de normas técnicas?

Não. Conforme explanado nos Pontos de Auditoria 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6 e 3.1.7.

3.1.1. FALSIFICAÇÃO PARCIAL DE DOCUMENTOS TÉCNICOS RELACIONADOS AO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO ESTRUTURAL

Classificação da falha: Tipo C

Ao longo da execução da auditoria, durante a avaliação dos resultados de ensaios técnicos de controle de qualidade de materiais e serviços, constatou-se que o executante apresentou documentos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural das Obras de Arte Especiais – OAE 8 e 9 (conhecidas como viadutos do Sudoeste) com informações falsas, de modo a macular os resultados fornecidos por empresa acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO, por pretensa intenção de aceitação do concreto, nos termos da NBR 12655 da ABNT. Com isso, constatou-se a não confiabilidade dos resultados de controle tecnológico apresentados pelo executante, em afronta aos arts. 66, 75 e 76 da Lei Federal nº 8.666/1993, bem como às normas técnicas pertinentes.

A saber, por controle tecnológico entende-se o conjunto de documentos elaborados, com base nos ensaios laboratoriais realizados pela equipe de fiscalização, supervisão ou execução da obra, com os respectivos tratamentos estatísticos, que visa caracterizar os

materiais e serviços empregados na obra, bem como, conforme o caso, servir de parâmetro para aceitação ou rejeição de serviços e, ainda, para apropriação de quantidades de serviços executados[1.1].

Diante disso, o procedimento de auditoria consistiu em avaliar a confiabilidade do controle tecnológico exercido pelo executante sobre o concreto estrutural utilizado na confecção das estruturas das OAE 8 e 9. Para tanto, no presente Ponto de Auditoria, foi considerada apenas a validade material e documental do controle tecnológico, pois a análise dos seus resultados, tendo em vista a qualidade final da obra, será discutida no Ponto de Auditoria 3.1.2 “*REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO E DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DOS VIADUTOS*”.

Pois bem, é sabido ser premissa para a caracterização da confiabilidade do controle tecnológico a não existência de indícios que desqualifiquem a sua validade material e documental. Nesse sentido, a análise se dividiu em dois momentos.

Inicialmente, procedeu-se à avaliação documental dos relatórios de ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto acostados aos autos das medições expedidos até o dia 21/9/2022 (termo final das ordens de serviço da auditoria), bem como de sua compatibilidade com as características exigidas em projeto, em especial a resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}).

Em outro momento, a equipe de auditoria avaliou se as informações constantes dos relatórios de ensaio do controle tecnológico apresentados pelo executante eram compatíveis com os resultados obtidos diretamente do sítio do Instituto SENAI de Tecnologia em Construção Civil do Distrito Federal – IST/DF[1.2] (empresa subcontratada pelo executante para realizar o controle tecnológico do concreto), por meio da consulta da autenticidade de cada um dos referidos relatórios (Figura 1.1).

Figura 1.1 - Consulta de autenticidade dos relatórios do IST/DF.





A partir da comparação das informações constantes dos relatórios de ensaio do controle tecnológico apresentados pelo executante nos autos das medições com os originais obtidos diretamente no sítio do IST/DF, verificou-se que o executante adulterou os resultados de resistência de corpos de prova cilíndricos de concreto que ficaram abaixo da resistência especificada em projeto. De uma amostra de 83 relatórios de ensaios apresentados pelo executante (Tabela 1.1), apenas referentes a rupturas de corpos de prova próximas aos 28 dias^[1.3], identificou-se a falsificação, ainda que parcial, de 15 deles (cerca de 18%).

Tabela 1.1 - Relatórios de ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto aos 28 dias analisados.

Seq.	Relatório de Ensaio	Cód. Autenticidade	Série dos CP's	Elemento	CP's com informação divergente
1	976-2/2022	11320818236254	1 a 5	Estação E3 (OAE 8)	-
2	977-2/2022	1279825236624b	6 a 10	Estação E1 (OAE 8)	-
3	978-2/2022	329604330624b1	11 a 20	Estações E4 e E11 (OAE 8)	-
4	979-2/2022	579038595624c7	21 a 24	Estação E9 (OAE 8)	-
5	1024-2/2022	667657688624d6	25 a 34	Estações E12 e E10 (OAE 8)	-
6	1025-2/2022	60321082962503	35 a 38	Estação E9 (OAE 9)	-
7	1058-2/2022	116430171624ce	39 a 43	Estação E11 (OAE 9)	-
8	1059-2/2022	16913583976254	44 a 48	Estação E12 (OAE 9)	-
9	1060-2/2022	28311196362540	49 a 52	Estação E10 (OAE 9)	-
10	1089-2/2022	11858779446254	53 a 57	Estação E1 (OAE 9)	-
11	1121-2/2022	14608655596255	58 a 61	Estação E2 (OAE 9)	-
12	1122-2/2022	85056910625858	62 a 66	Estação E4 (OAE 9)	-
13	1123-2/2022	12932625776258	67 a 73	Estação E6 (OAE 9)	-
14	1124-2/2022	20830883276258	74 a 77	Vigas Longarinas VL4 e VL5 (OAE 8)	-
15	1125-2/2022	1333095638625f	78 a 82	Estação E3 (OAE 9)	-
16	1244-2/2022	2462988686262a	83 a 88	Estação E8 (OAE 9)	-
17	1252-2/2022	6168196386263e	89 a 95	Estação E7 (OAE 9)	-
18	1278-2/2022	4445392916262a	96 a 102	Estação E7 (OAE 8)	-
19	1279-2/2022	46698276263e74	103 a 106	Vigas Longarinas VL6 e VL7 (OAE 8)	-
20	1285-2/2022	4222268036262a	107 a 112	Estação E5 (OAE 8)	-
21	1303-2/2022	15161228206267	113 a 118	Estação E8 (OAE 8)	-
22	1355-2/2022	11765153956268	119 a 124	Estação E6 (OAE 8)	-
23	1356-2/2022	10516020656268	125 a 129	Estação E2 (OAE 8)	-
24	1362-2/2022	1347855166263e	130 a 136	Estação E5 (OAE 9)	-
25	1420-2/2022	564008653626bd	137 a 140	Vigas Longarinas VL13 e VL12 (OAE 8)	139 e 140
26	1504-2/2022	97567693362741	141 a 144	Vigas Longarinas VL10 e VL11 (OAE 8)	-
27	1608-2/2022	107564437627e6	145 a 148	Vigas Longarinas VL3 e VL14 (OAE 8)	145 e 146
28	1767-2/2022	19308120856286	149 e 150	Viga Longarina VL9 (OAE 8)	-
29	1768-2/2022	169401915628b6	151 a 152	Viga Longarina VL2 (OAE 8)	-
30	1819-2/2022	19482339456296	153 a 156	Vigas Longarinas VL8 e VL1 (OAE 8)	-



Seq.	Relatório de Ensaio	Cód. Autenticidade	Série dos CP's	Elemento	CP's com informação divergente
31	1895-2/2022	18323243696296	157	Pré-laje Tipo 1 (26 und)	-
32	1901-2/2022	157450133162a3	158 a 160	Blocos e Viga Travamento Eixo 2 (OAE 9) Pré-laje Tipo 1 (1 und)	-
33	2008-2/2022	1950742730629a	161 a 167	Viga Coroamento Eixo 1 (OAE 9) Pré-laje Tipo 1 (21 und) Viga Longarina VL8 (OAE 9)	-
34	2123-2/2022	148745656162a3	168	Pré-laje Tipo 1 (24 und)	-
35	2153-2/2022	14565314362a86	169 e 170	Viga Longarina VL9 (OAE 9)	-
36	2154-2/2022	53998397462a86	171 e 172	Viga Longarina VL14 (OAE 9)	-
37	2155-2/2022	23590787562a86	173 a 176	Blocos e Viga Travamento Eixo 2 (OAE 8) Pré-laje Tipo 1 (12 und)	-
38	2171-2/2022	184115159162a8	177 a 182	Viga Coroamento Eixo 3 (OAE 9) Pré-laje Tipo 1 (22 und)	182
39	2279-2/2022	20792474862aa3	183	Pré-laje Tipo 1 (59 und)	-
40	2313-2/2022	128206261662b0	184	Pré-laje Tipo 1 (59 und)	184
41	2314-2/2022	196137892662b0	185 e 186	Viga Longarina VL1 (OAE 9)	-
42	2315-2/2022	81081048162b08	187 e 188	Pilares P1, P2, P3 e P4 (OAE 9)	187 e 188
43	2334-2/2022	23210797562b1a	189	Pré-laje Tipo 1 (59 und)	-
44	2367-2/2022	127037324562b3	190	Pré-laje Tipo 1 (59 und)	-
45	2368-2/2022	144996386862b3	191 e 192	Viga Longarina VL10 (OAE 9)	-
46	2369-2/2022	185579762762b3	193 e 194	Pilares P1, P2, P3 e P4 (OAE 8)	-
47	2370-2/2022	174476257662b5	195 e 196	Alas e Cortina Eixo 1 (OAE 9)	-
48	2416-2/2022	143226042762b9	197	Pré-laje Tipo 1 (54 und)	-
49	2417-2/2022	67310327262ba0	198	Pré-laje Tipo 1 (60 und)	-
50	2418-2/2022	99613418462bb6	199	Pré-laje Tipo 1 (60 und)	-
51	2420-2/2022	86709487862bb6	200 e 201	Viga Longarina VL13 (OAE 9) Mesa Viga Longarina VL9 (OAE 8)	-
52	2421-2/2022	166134778162bb	202 e 203	Alas e Cortina Eixo 3 (OAE 9)	-
53	2538-2/2022	172293601562bf	204	Pré-laje Tipo 1 (31 und)	-
54	2583-2/2022	16925997562bcb	205 a 208	Vigas Longarinas VL11 e VL2 (OAE 9)	-
55	2584-2/2022	83451005162bcb	209 a 213	Viga Coroamento Eixo 3 (OAE 8)	209, 210 e 213
56	2604-2/2022	119880478562c6	214	Pré-laje Tipo 1 (29 und)	-
57	2624-3/2022	55510664862bca	215 e 216	Viga Longarina VL7 (OAE 9)	-
58	2625-3/2022	101742836662bf	217 a 222	Viga Coroamento Eixo 1 (OAE 8) Pré-laje Tipo 1 (50 und)	-
59	2657-3/2022	76475345562c89	223	Pré-laje Tipo 1 (64 und)	-
60	2658-3/2022	47901453962c89	224 e 225	Viga Longarina VL3 (OAE 9)	-
61	2760-2/2022	190155748862cd	226 e 227	Viga Longarina VL12 (OAE 9)	-
62	2773-2/2022	112662326462d0	228 a 230	Alas e Cortina Eixo 3 (OAE 8) Pré-laje Tipo 1 (49 und)	-



Seq.	Relatório de Ensaio	Cód. Autenticidade	Série dos CP's	Elemento	CP's com informação divergente
63	2850-3/2022	47266384662d1b	231	Pré-laje Tipo 1 (58 und)	-
64	2867-3/2022	74815558262d1b	232 a 235	Vigas Longarinas VL5 e VL6 (OAE 9) Pré-laje Tipo 1 (4 und)	-
65	2945-3/2022	135473641762d6	236 e 237	Viga Longarina VL4 (OAE 9)	-
66	2946-3/2022	58429675462d6d	238 a 242	Viga Travessa Eixo 2 (OAE 9)	-
67	2955-3/2022	106822207662d7	243	Pré-laje Tipo 1 (58 und)	-
68	2965-3/2022	171468040362da	244 a 248	Viga Travessa Eixo 2 (OAE 8) Pré-laje Tipo 1 (16 und)	-
69	2966-3/2022	42281385362de9	249 e 250	Alas e Cortina Eixo 1 (OAE 8) Pré-laje Tipo 1	-
70	3044-3/2022	126276185362df	253	Pré-laje Tipo 1 (64 und)	-
71	3046-3/2022	122570281562e2	255	Pré-laje Tipo 1 (64 und)	-
72	3284-3/2022	204353998662e7	257	Pré-laje Tipo 1 (41 und) Pré-laje Tipo 2 (8 und)	-
73	3318-2/2022	68930302762ee6	258 e 259	Vigas Transversinas T2 (Eixo 2-1) e T4 (Eixo 3) (OAE 8 e 9)	-
74	3405-2/2022	180701749962ea	260	Pré-laje Tipo 2 (40 und)	260
75	3487-2/2022	89619368563037	261 e 262	Vigas Transversinas T1 (Eixo 1) e T3 (Eixo 2-3) (OAE 9 e 8)	-
76	3739-2/2022	943349126630ca	263 a 272	Laje Tabuleiro Eixo 2-3 (OAE 8) Pré-laje Tipo 1 (3 und)	264, 267, 270, 271 e 272
77	3740-2/2022	579154465630d1	273 a 283	Laje Tabuleiro Eixo 1-2 (OAE 8)	277, 279, 281 e 282
78	3929-2/2022	2248225506319f	284	Guarda-corpo	284
79	3930-2/2022	9867162996319f	285 a 295	Laje Tabuleiro Eixo 1-2 (OAE 9)	286, 287, 290, 293, 294 e 295
80	4132-2/2022	7346026316320c	296 a 299	Lajes Aproximação Eixos 1 e 3 (OAE 8)	296, 297, 298 e 299
81	4133-2/2022	365667073633eb	300 a 310	Laje Tabuleiro Eixo 2-3 (OAE 9)	301, 302, 303, 306, 307, 308, 309 e 310
82	4225-2/2022	20348424696322	311	Guarda-corpo	311
83	4228-2/2022	12862329166329	312 a 316	Lajes Aproximação Eixos 1 e 3 (OAE 9)	316

Passa-se agora à evidenciação dos casos de adulteração de relatórios detectados pela equipe de auditoria, que serão enquadrados conforme a parte da estrutura do viaduto a que se referem, quais sejam, mesoestrutura e superestrutura (maiores esclarecimentos acerca desses elementos serão dados no Ponto de Auditoria 3.1.2.

Para fins de esclarecimento, serão mostradas imagens extraídas dos relatórios apresentados pelo executante, contendo marcações em vermelho nos locais em que há divergência de informações. Em seguida, serão acostadas as imagens retiradas diretamente do sítio do IST/DF, com destaques em azul nos dados originais.

Relatórios de ensaio de elementos da mesoestrutura com adulteração de informações

Pilares

Figura 1.2 - Laudo de resistência do concreto dos Pilares P1 a P4 (OAE 9).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO							
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018									
Relatório de Ensaio N° 2315-2/2022									
Código de autenticidade: 81081048162b08									
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022			
Obra SQSW 104									
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem PILARES DO 1,2,3 E 4 OAE 09			Fck especificado 30.0 MPa			
Data da moldagem 20/05/2022		Data de Recebimento 26/05/2022		Data do ensaio 17/06/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retífica			
Série dos CP's 187	Nota fiscal do fornec. do concreto 125435	Código de barras 67710	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 98.1	Altura do Corpo de Prova (mm) 199.2	Idade do CP 28		Resistência (MPa) 33.6	Elementos concretados PILARES DO EIXO 2 DA OAE 09 (P1, P2)	
					Resistência (MPa) 30.5				
Série dos CP's 188	Nota fiscal do fornec. do concreto 125439	Código de barras 67714	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 99.8	Altura do Corpo de Prova (mm) 196.5	Idade do CP 28		Resistência (MPa) 33.1	Elementos concretados PILARES DO EIXO 2 DA OAE 09 (P3, P4)	
					Resistência (MPa) 31.4				
		Código de barras 67713		Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 100		Altura do Corpo de Prova (mm) 198.3		Resistência (MPa) 33.1	

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI n° 92943674, p. 2.

Série dos CP's 187	Nota fiscal do fornec. do concreto 125435	Código de barras 67710	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 98.1	Altura do Corpo de Prova (mm) 199.2	Idade do CP 28		Resistência (MPa) 25.3	Elementos concretados PILARES DO EIXO 2 DA OAE 09 (P1, P2)	
					Resistência (MPa) 24.5				
Série dos CP's 188	Nota fiscal do fornec. do concreto 125439	Código de barras 67714	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 99.8	Altura do Corpo de Prova (mm) 196.5	Idade do CP 28		Resistência (MPa) 25.4	Elementos concretados PILARES DO EIXO 2 DA OAE 09 (P3, P4)	
					Resistência (MPa) 25.1				
		Código de barras 67713		Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 100		Altura do Corpo de Prova (mm) 198.3		Resistência (MPa) 25.4	

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 81081048162b08.

Vigas de Coroamento

Figura 1.3 - Laudo de resistência do concreto da Viga de Coroamento do Eixo 3 (OAE 9).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio Nº 2171-2/2022							
Código de autenticidade: 184115159162a8							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato Nº 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09			Fck especificado 25.0 MPa	
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
16/05/2022		20/05/2022		13/06/2022		Retifica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
182	37375	63698	99.7	197.0	Resistência (MPa)		VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
					30.5	32.1	
		63697	98.6	199.9	32.1		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nºs 90827798, p. 4, ou 90151808, p. 2.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
182	37375	63698	99.7	197.0	Resistência (MPa)		VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
					19.5	21.2	
		63697	98.6	199.9	21.2		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 184115159162a8.

Figura 1.4 - Laudo de resistência do concreto da Viga de Coroamento do Eixo 3 (OAE 8).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio Nº 2584-2/2022							
Código de autenticidade: 83451005162bcb							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - Brasília / DF			Contrato Nº 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08			Fck especificado 25.0 MPa	
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
04/06/2022		09/06/2022		29/06/2022		Retifica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					25	Resistência (MPa)	
209	126346	78887	99.5	197.3	23.8	25.8	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78886	99.5	197.4	25.8		
210	37981	78891	100.2	198.6	25.7	25.7	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78890	99.3	198.5	24.5		
213	Não informado	78903	98.1	199.2	25.4	26.6	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78902	99.3	196.8	26.6		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 90827511, p. 3.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					25	Resistência (MPa)	
209	126346	78887	99.5	197.3	23.8	23.8	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78886	99.5	197.4	21.8		
210	37981	78891	100.2	198.6	21.7	21.7	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78890	99.3	198.5	21.5		
213	Não informado	78903	98.1	199.2	19.4	21.6	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78902	99.3	196.8	21.6		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 83451005162bcb.

Lajes de Aproximação

Figura 1.5 - Laudo de resistência do concreto das Lajes de Aproximação (OAE 8).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO						
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio N° 4132-2/2022								
Código de autenticidade: 7346026316320c								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08			Fck especificado 25.0 MPa		
Data da moldagem 16/08/2022		Data de Recebimento 22/08/2022		Data do ensaio 13/09/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retifica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados	
					28	Resistência (MPa)		
296	130624	677418	97.6	195.4	29.0	29.0	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08	
		677419	98.8	198.5	28.8			
297	130626	677414	98.7	196.8	25.6	26.3	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08	
		677415	98.1	195.4	26.3			
298	130638	677410	97.9	197.2	26.6	26.6	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08	
		677411	99.1	198.5	26.6			
299	130643	677406	97.6	197.9	25.1	25.0	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08	
		677407	97.5	197.4	25.0			

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 98475329, p. 1.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28	Resistência (MPa)	
296	130624	677418	97.6	195.4	24.6	24.6	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677419	98.8	198.5	21.8		
297	130626	677414	98.7	196.8	22.6	23.5	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677415	98.1	195.4	23.5		
298	130638	677410	97.9	197.2	19.1	19.1	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677411	99.1	198.5	18.7		
299	130643	677406	97.6	197.9	21.5	22.7	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677407	97.5	197.4	22.7		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 7346026316320c.

Figura 1.6 - Laudo de resistência do concreto das Laje de Aproximação Eixo 3 (OAE 9).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO						
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio Nº 4228-2/2022								
Código de autenticidade: 12862329166329								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato Nº 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 1 EIXO 1 OAE 9 LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 2 EIXO 1 OAE 9				Fck especificado 25.0 MPa	
Data da moldagem 19/08/2022			Data de Recebimento 23/08/2022		Data do ensaio 16/09/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retifica	
Série dos CP's 316	Nota fiscal do fornec. do concreto 40386	Código de barras 674706 674707	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 98.5 98.4	Altura do Corpo de Prova (mm) 197.2 197.0	Idade do CP 28		Resistência (MPa) 27.7 28.1	Elementos concretados LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 2 EIXO 1 OAE 9
					28.1			

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 98475329, p. 3.

Série dos CP's 316	Nota fiscal do fornec. do concreto 40386	Código de barras 674706 674707	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 98.5 98.4	Altura do Corpo de Prova (mm) 197.2 197.0	Idade do CP 28		Resistência (MPa) 20.7 20.4	Elementos concretados LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 2 EIXO 1 OAE 9
					20.7			

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 12862329166329.

Relatórios de ensaio de elementos da superestrutura com adulteração de informações

Pré-lajes

Figura 1.7 - Laudo de resistência do concreto de 22 unidades de Pré-lajes Tipo 1.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio Nº 2171-2/2022							
Código de autenticidade: 184115159162a8							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato Nº 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09			Fck especificado 25.0 MPa	
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
16/05/2022		20/05/2022		13/06/2022		Retífica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
					Resistência (MPa)		
182	37375	63698	99.7	197.0	30.5	32.1	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		63697	98.6	199.9	32.1		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 90151808, p. 2.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
					Resistência (MPa)		
182	37375	63698	99.7	197.0	19.5	21.2	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		63697	98.6	199.9	21.2		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 184115159162a8.

Figura 1.8 - Laudo de resistência do concreto de 59 unidades de Pré-lajes Tipo 1.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO				
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018						
Relatório de Ensaio Nº 2313-2/2022						
Código de autenticidade: 128206261662b0						
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato Nº 8/2022	
Obra SQSW 104						
Central de concreto CONCRECON		Local de concretagem 59 PEÇAS PRÉ LAJE			Fck especificado Não informado	
Data da moldagem 20/05/2022		Data de Recebimento 26/05/2022	Data do ensaio 17/06/2022	Tipo de capeamento dos corpos de prova Retífica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP 28	Elementos concretados
					Resistência (MPa)	
184	125407	67697	99.8	198.4	27.3	59 PEÇAS PRÉ LAJE
		67696	100	199.5	25.8	

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 90826696, p. 7.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
184	125407	67697	99.8	198.4	Resistência (MPa)		59 PEÇAS PRÉ LAJE
		67696	100	199.5	20.3	20.3	

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 128206261662b0.

Figura 1.9 - Laudo de resistência do concreto de 40 unidades de Pré-lajes Tipo 2.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio N° 3405-2/2022							
Código de autenticidade: 180701749962ea							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem PRÉLAJE TIPO 2 - 40 PEÇAS			Fck especificado 35.0 MPa	
Data da moldagem		Data de Recebimento	Data do ensaio	Tipo de capeamento dos corpos de prova			
05/07/2022		19/07/2022	02/08/2022	Retifica			
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
260	128191	657260	99.1	198.9	Resistência (MPa)		PRÉLAJE TIPO 2 - 40 PEÇAS
					37.7	37.7	
		657261	99.1	198.5	35.9		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI n° 94861760.

Data da moldagem		Data de Recebimento	Data do ensaio	Tipo de capeamento dos corpos de prova			
05/07/2022		19/07/2022	02/08/2022	Retifica			
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
260	128191	657260	99.1	198.9	Resistência (MPa)		PRÉLAJE TIPO 2 - 40 PEÇAS
					27.7	27.7	
		657261	99.1	198.5	26.9		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 180701749962ea.

Figura 1.10 - Laudo de resistência do concreto de 3 unidades de Pré-lajes Tipo 1.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio N° 3739-2/2022							
Código de autenticidade: 943349126630ca							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasilia / DF			Contrato N° 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08			Fck especificado 35.0 MPa	
Data da moldagem		Data de Recebimento	Data do ensaio	Tipo de capeamento dos corpos de prova			
28/07/2022		02/08/2022	25/08/2022	Retifica			
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
272	129598	671677 671678	98.5 99.8	196.6 199.2	Resistência (MPa)		TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
					37.1 35.7	37.1	

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI n° 94861912, p. 2.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
272	129598	671677 671678	98.5 99.8	196.6 199.2	Resistência (MPa)		TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
					27.1 25.7	27.1	

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 943349126630ca.

Lajes do Tabuleiro

Figura 1.11 - Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro do Eixo 2-3 (OAE 8).

Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
28/07/2022		02/08/2022		25/08/2022		Retifica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28	Resistência (MPa)	
264	39780	671625	98.7	199.6	43.2	43.3	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671626	99	198.2	43.3		
267	129593	671637	98.5	196.7	42.0	43.6	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671638	99	196.9	43.6		
270	129594	671649	99.2	199.7	39.4	40.2	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671650	99.2	197.1	40.2		
271	129597	671681	99.5	198.9	37.9	37.9	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671682	99.1	196.2	35.6		
272	129598	671677	98.5	196.6	37.1	37.1	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671678	99.8	199.2	35.7		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 94861912.



Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28	Resistência (MPa)	
264	39780	671625	98.7	199.6	37.2	37.3	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671626	99	198.2	37.3		
267	129593	671637	98.5	196.7	32.0	33.6	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671638	99	196.9	33.6		
270	129594	671649	99.2	199.7	29.4	30.2	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671650	99.2	197.1	30.2		
271	129597	671681	99.5	198.9	31.9	31.9	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671682	99.1	196.2	30.6		
272	129598	671677	98.5	196.6	27.1	27.1	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08
		671678	99.8	199.2	25.7		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 943349126630ca.

Figura 1.12 - Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro do Eixo 1-2 (OAE 8).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO						
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio N° 3740-2/2022								
Código de autenticidade: 579154465630d1								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08			Fck especificado 35.0 MPa		
Data da moldagem 30/07/2022		Data de Recebimento 02/08/2022		Data do ensaio 26/08/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retifica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP 27		Resistência (MPa)	Elementos concretados
					Resistência (MPa)			
277	129751	676419	99.5	196.8	33.5	35.5	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676420	99.4	196.6	35.5			
279	129252	676427	99.7	196.1	36.2	36.2	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676428	98.2	197.9	34.2			
281	129754	676435	99.6	199.1	37.4	37.4	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676436	99.7	196.4	36.5			
282	129756	676439	98.4	198.4	36.0	36.0	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676440	99.5	198.3	33.5			

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 94861904.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP 27		Resistência (MPa)	Elementos concretados
					Resistência (MPa)			
277	129751	676419	99.5	196.8	33.5	33.5	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676420	99.4	196.6	31.5			
279	129252	676427	99.7	196.1	31.2	31.2	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676428	98.2	197.9	29.2			
281	129754	676435	99.6	199.1	27.4	30.5	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676436	99.7	196.4	30.5			
282	129756	676439	98.4	198.4	33.0	33.0	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676440	99.5	198.3	31.5			

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em "Validar relatório" e inserir o seguinte código de autenticidade: 579154465630d1.

Figura 1.13 - Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro do Eixo 1-2 (OAE 9).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio N° 3930-2/2022							
Código de autenticidade: 9867162996319f							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09			Fck especificado 35.0 MPa	
Data da moldagem 05/08/2022		Data de Recebimento 11/08/2022		Data do ensaio 02/09/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retífica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28	Resistência (MPa)	
286	130143	671796	99.5	198.4	35.2	35.2	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671797	98.7	198.4	34.8		
287	130145	671800	99.4	198.4	35.3	35.8	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671801	99.5	198.4	35.8		
290	130151	671812	99.7	198.3	39.6	39.6	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671813	99.7	198.8	39.0		
293	130154	671824	100	197.9	34.9	35.1	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671825	99.7	198.7	35.1		
294	130157	671828	99.5	198.7	40.5	40.6	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671829	99.2	198.6	40.6		
295	130158	671832	99.7	198.4	40.5	40.5	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671833	98.2	197.6	40.0		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI n° 98475363, p. 3-4.






Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28	Resistência (MPa)	
286	130143	671796	99.5	198.4	32.7	32.8	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671797	98.7	198.4	32.8		
287	130145	671800	99.4	198.4	32.8	34.8	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671801	99.5	198.4	34.8		
290	130151	671812	99.7	198.3	31.9	32.0	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671813	99.7	198.8	32.0		
293	130154	671824	100	197.9	28.4	28.4	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671825	99.7	198.7	28.4		
294	130157	671828	99.5	198.7	33.5	33.5	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671829	99.2	198.6	32.9		
295	130158	671832	99.7	198.4	29.7	29.7	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09
		671833	98.2	197.6	29.0		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 9867162996319f.

Figura 1.14 - Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro do Eixo 2-3 (OAE 9).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO						
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio N° 4133-2/2022								
Código de autenticidade: 365667073633eb								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem 2° TABULEIRO OAE-09			Fck especificado 35.0 MPa		
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova		
17/08/2022		19/08/2022		14/09/2022		Retifica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados	
					28	Resistência (MPa)		
301	130718	682208	99.7	197.9	36.6	36.6	2° TABULEIRO OAE-09	
		682205	100.1	197.3	36.4			
302	130724	682211	99.5	197.8	34.7	35.0	2° TABULEIRO OAE-09	
		682212	99.6	198.3	35.0			
303	130726	682215	99.1	197.3	35.5	35.5	2° TABULEIRO OAE-09	
		682216	99.2	198.0	35.2			
306	130733	682230	98.5	196.4	24.6	35.2	2° TABULEIRO OAE-09	
		682227	99.8	197.6	35.2			
307	130734	682233	98.9	197.0	35.4	35.4	2° TABULEIRO OAE-09	
		682234	100	198.0	35.0			
308	130736	682237	99.6	198.1	36.4	36.5	2° TABULEIRO OAE-09	
		682238	100.1	196.8	36.5			
309	130738	682241	98.5	198.1	34.6	35.0	2° TABULEIRO OAE-09	
		682242	100.2	197.2	35.0			
310	130739	682348	99.1	198.1	35.1	35.1	2° TABULEIRO OAE-09	
		682349	98.6	196.5	34.8			

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 98475363, p. 7-8.



Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28	Resistência (MPa)	
301	130718	682208	99.7	197.9	30.8	30.8	2º TABULEIRO OAE-09
		682205	100.1	197.3	30.4		
302	130724	682211	99.5	197.8	30.1	30.3	2º TABULEIRO OAE-09
		682212	99.6	198.3	30.3		
303	130726	682215	99.1	197.3	31.5	34.2	2º TABULEIRO OAE-09
		682216	99.2	198.0	34.2		
306	130733	682230	98.5	196.4	29.6	30.5	2º TABULEIRO OAE-09
		682227	99.8	197.6	30.5		
307	130734	682233	98.9	197.0	31.4	31.4	2º TABULEIRO OAE-09
		682234	100	198.0	30.0		
308	130736	682237	99.6	198.1	28.4	28.4	2º TABULEIRO OAE-09
		682238	100.1	196.8	25.5		
309	130738	682241	98.5	198.1	32.6	32.6	2º TABULEIRO OAE-09
		682242	100.2	197.2	29.0		
310	130739	682348	99.1	198.1	28.0	30.8	2º TABULEIRO OAE-09
		682349	98.6	196.5	30.8		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 365667073633eb.

Vigas Longarinas

Figura 1.15 - Laudo de resistência do concreto da Viga Longarina VL12 (OAE 8).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio Nº 1420-2/2022							
Código de autenticidade: 564008653626bd							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasilia / DF			Contrato N° 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CIPLAN			Local de concretagem VIGA LONGARINA VL13 E VL12 OAE 08			Fck especificado 35.0 MPa	
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
31/03/2022		07/04/2022		28/04/2022		Retifica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
139	83031	61812	98.7	198.9	35.2	35.2	VL12 OAE 08
		61811	98.3	197.4	32.2		
140	83032	61814	99.2	198.6	33.4	35.8	VL12 OAE 08
		61813	100.2	199.2	35.8		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 90825701, p. 13.

Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
139	83031	61812	98.7	198.9	29.6	32.2	VL12 OAE 08
		61811	98.3	197.4	32.2		
140	83032	61814	99.2	198.6	27.4	29.0	VL12 OAE 08
		61813	100.2	199.2	29.0		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 564008653626bd.

Figura 1.16 - Laudo de resistência do concreto da Viga Longarina VL3 (OAE 8).

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio N° 1608-2/2022							
Código de autenticidade: 107564437627e6							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022		
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON		Local de concretagem VIGA LONGARINA 03, 14 OAE 08			Fck especificado 35.0 MPa		
Data da moldagem 13/04/2022		Data de Recebimento 20/04/2022	Data do ensaio 11/05/2022	Tipo de capeamento dos corpos de prova Retifica			
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP 28		Elementos concretados
					Resistência (MPa)		
145	36189	60201	99.5	198.8	35.4	35.4	VIGA LONGARINA 03, OAE 08
		60200	99.5	198.2	35.2		
146	36191	60197	99.4	198.4	35.1	35.1	VIGA LONGARINA 03, OAE 08
		60196	99.5	198.2	34.9		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI n° 90825701, p. 4.

Data da moldagem 13/04/2022		Data de Recebimento 20/04/2022	Data do ensaio 11/05/2022	Tipo de capeamento dos corpos de prova Retifica			
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP 28		Elementos concretados
					Resistência (MPa)		
145	36189	60201	99.5	198.8	32.0	32.0	VIGA LONGARINA 03, OAE 08
		60200	99.5	198.2	30.4		
146	36191	60197	99.4	198.4	26.7	29.4	VIGA LONGARINA 03, OAE 08
		60196	99.5	198.2	29.4		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 107564437627e6.

Guarda-corpo

Figura 1.17 - Laudo de resistência do concreto de placas pré-moldadas do Guarda-corpo.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio Nº 3929-2/2022							
Código de autenticidade: 2248225506319f							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasilia / DF			Contrato N° 8/2022		
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON		Local de concretagem PLACO DO GUARDA CORPO DA 2 ATÉ A 15			Fck especificado 25.0 MPa		
Data da moldagem 05/08/2022		Data de Recebimento 11/08/2022	Data do ensaio 02/09/2022	Tipo de capeamento dos corpos de prova Retifica			
Série dos CP's 284	Nota fiscal do fornec. do concreto 130139	Código de barras 671788 671789	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 97.9 98.4	Altura do Corpo de Prova (mm) 199.3 198.8	Idade do CP 28		Elementos concretados PLACO DO GUARDA CORPO DA 2 ATÉ A 15
					Resistência (MPa) 24.9 25.2		

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI nº 99557133, p. 1.

Série dos CP's 284	Nota fiscal do fornec. do concreto 130139	Código de barras 671788 671789	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 97.9 98.4	Altura do Corpo de Prova (mm) 199.3 198.8	Idade do CP 28		Elementos concretados PLACO DO GUARDA CORPO DA 2 ATÉ A 15
					Resistência (MPa) 19.9 21.2		

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 2248225506319f.

Figura 1.18 - Laudo de resistência do concreto de placas pré-moldadas do Guarda-corpo.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO						
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio N° 4225-2/2022								
Código de autenticidade: 20348424696322								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasilia / DF			Contrato N° 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem PLACAS PRÉ-MOLDADAS DO GUARDA CORPO			Fck especificado 25.0 MPa		
Data da moldagem 17/08/2022		Data de Recebimento 24/08/2022		Data do ensaio 14/09/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retifica		
Série dos CP's 311	Nota fiscal do fornec. do concreto 130785	Código de barras 674786 674787	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 98.6 99.5	Altura do Corpo de Prova (mm) 197.9 197.1	Idade do CP 28		Elementos concretados PLACAS PRÉ-MOLDADAS DO GUARDA CORPO	
					Resistência (MPa) 25.0 24.6			

(a) Laudo apresentado pelo executante.

Fonte: Adaptado do SEI n° 99557133, p. 2.

Série dos CP's 311	Nota fiscal do fornec. do concreto 130785	Código de barras 674786 674787	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 98.6 99.5	Altura do Corpo de Prova (mm) 197.9 197.1	Idade do CP 28		Elementos concretados PLACAS PRÉ-MOLDADAS DO GUARDA CORPO	
					Resistência (MPa) 23.0 19.6			

(b) Laudo original elaborado pelo IST/DF.

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 20348424696322.

Perceba-se que, como dito, em **todos** os casos evidenciados, a adulteração de informações por parte do executante incidiu precisamente sobre casos em que a resistência à compressão dos corpos de prova cilíndricos de concreto ensaiados pelo IST/DF era **inferior** à resistência especificada em projeto.



A causa para tal conduta será elucidada no Ponto de Auditoria 3.1.2 “*REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO E DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DOS VIADUTOS*”. Por ora, importa dispor acerca da acreditação do IST/DF.

Acreditação do IST/DF

Conforme disposto no sítio institucional do IST/DF, “*O laboratório do Senai-DF atende empresas de construção civil que necessitam da comprovação de que o concreto utilizado em suas obras é, de fato, de boa qualidade*”. Além disso, o IST/DF possui laboratórios que atuam com os seguintes materiais de construção civil:

- Laboratório de concreto;
- Laboratório de aço;
- Laboratório de solos e agregados para concreto;
- Laboratório de cimento e calda de cimento;
- Laboratório de blocos de concreto, telhas de concreto, blocos cerâmicos, blocos e tijolos de solo-cimento e pavimento intertravados; e
- Laboratório de argamassa de assentamento e revestimento, argamassa colante e de rejuntamento.

Especificamente em relação ao laboratório de concreto, consta de seu sítio que ele conquistou duas vezes a acreditação do INMETRO referente à NBR ISO/IEC 17025 da ABNT, que trata da competência de laboratórios de ensaio. Inclusive, é possível realizar a pesquisa na base de dados do INMETRO e verificar que, na modalidade de acreditação CRL de laboratórios de ensaio, o IST/DF atualmente possui a Acreditação CRL nº 1284, de 25/4/2022, sendo que o escopo envolvendo o concreto endurecido pode ser consultado na Figura 1.19.

Figura 1.19 - Consulta de autenticidade dos relatórios do IST/DF.

ESCOPO DA ACREDITAÇÃO – ABNT NBR ISO/IEC 17025 – ENSAIO		
Norma de Origem: NIT-DICLA-016		Folha: 1 / Total de Folhas: 1
RAZÃO SOCIAL/DESIGNAÇÃO DO LABORATÓRIO		
SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL - SENAI - DF/ INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO CIVIL		
ACREDITAÇÃO Nº	TIPO DE INSTALAÇÃO	
CRL 1284	INSTALAÇÃO PERMANENTE	
ÁREA DE ATIVIDADE / PRODUTO	CLASSE DE ENSAIO / DESCRIÇÃO DO ENSAIO	NORMA E /OU PROCEDIMENTO
CONSTRUÇÃO CIVIL CONCRETO ENDURECIDO	ENSAIO MECÂNICO Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.	ABNT NBR 5739:2018
	Determinação dos módulos estático de elasticidade e de deformação à compressão	ABNT-NBR-8522-1/21
CONCRETO E ARGAMASSA	Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos	ABNT NBR 7222:2011
ARGAMASSA E CONCRETO ENDURECIDOS	Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica	ABNT NBR 9778:2005
BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO SIMPLES PARA ALVENARIA	Análise dimensional.	ABNT NBR 12118:2013 – item 4
	Determinação da Absorção de água e área líquida.	ABNT NBR 12118:2013 – item 5
	Determinação da Resistência à compressão.	ABNT NBR 12118:2013 – item 6
PEÇAS DE CONCRETO PARA PAVIMENTO	Análise Dimensional.	ABNT NBR 9781:2013 – Anexo D
	Determinação da resistência característica à compressão.	ABNT NBR 9781:2013 – Anexo A
	Determinação da Absorção de Água	ABNT NBR 9781:2013 – Anexo B

Fonte: Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL1284.pdf>>. Acesso em: 29/9/2022.

Para compreender o que isso representa, a NBR ISO/IEC 17025 da ABNT, é um documento desenvolvido com o objetivo de promover a confiança na operação de laboratórios, mediante o cumprimento de requisitos, por meio dos quais é possível demonstrar que são capazes de gerar resultados válidos.

Nessa esteira, Helene (2011, p. 67) também enfatiza que os ensaios devem ser **preferencialmente** realizados em laboratórios credenciados e pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE, que reúne um conjunto de laboratórios credenciados pelo INMETRO segundo os requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025 e congrega competências



técnicas e capacitações vinculadas a indústrias, universidades e institutos tecnológicos, habilitados para a realização de serviços de ensaios. Segundo ele, o credenciamento estabelece um mecanismo para evidenciar que os laboratórios se utilizam de um sistema da qualidade, que possuem competência técnica para realizar serviços de ensaios e assegurar a capacidade em obter resultados de acordo com métodos e técnicas reconhecidos nacional e internacionalmente.

Acrescente-se que a Lei Federal nº 14.133/2021, em consonância com as boas práticas de mercado, positivou a possibilidade de exigência da certificação de qualidade de produtos, serviços e obras, *in verbis*:

Art. 17. [...]

[...]

§ 6º **A Administração poderá exigir certificação** por organização independente acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) **como condição para aceitação de:**

I - **estudos, anteprojetos, projetos básicos e projetos executivos;**

II - **conclusão de fases ou de objetos de contratos;**

III - **material e corpo técnico** apresentados por empresa para fins de habilitação. (grifo nosso)

A saber, certificação é o processo de avaliação transparente e reproduzível, conduzido por organização independente e acreditada pelo INMETRO, que garante que o produto, a obra ou o serviço, incluindo ensaios laboratoriais de materiais de construção, cumpre requisitos definidos por normas regulamentares aplicáveis, mormente, os de qualidade. Ou, nos dizeres de Bonatto (2018, p. 228):

A certificação trata-se de uma **garantia** de que os processos de fabricação e de organização do **controle da qualidade** e dos tipos e instalações de inspeções e ensaios estão **de acordo com determinada tecnologia de produção**. (grifo nosso)

Em face disso, pelo fato de o IST/DF ser uma instituição acreditada pelo INMETRO, pode-se afirmar que os resultados constantes de seus relatórios de ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto se revestem de imparcialidade, isto é, presença de objetividade, implicando a ausência de conflitos de interesse, bem como estão alinhados aos métodos e técnicas reconhecidos nacional e internacionalmente.

Assim, tem-se que a adulteração de informações constantes de documentos expedidos por uma instituição acreditada pelo INMETRO pode ter induzido a fiscalização da SODF a erro na tomada de decisão em relação à aceitação do concreto e ao pagamento dos serviços prestados.

Por fim, salienta-se, mais uma vez, que o relatório de controle tecnológico é um documento técnico que atesta a qualidade dos materiais utilizados na obra e é fundamental para

garantir a segurança e a durabilidade da construção, dois dos requisitos técnicos exigidos por lei. Por isso, a falsificação, ainda que parcial, desse documento, além de ilegal, é considerada uma conduta grave, que pode acarretar prejuízos não apenas para o executante, mas também para todos os usuários e para o patrimônio público – a gravidade dessa falsificação será evidenciada no Ponto de Auditoria 3.1.2 “*REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO E DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DOS VIADUTOS*”.

Há que se ressaltar também que, além dos casos de adulteração evidenciados pela equipe de auditoria na Tabela 1.1, foram detectados outros relatórios de ensaio apresentados pelo executante com informações divergentes, envolvendo idades de controle próximas aos 7 dias e outras antecedentes aos 28 dias, motivo pelo qual não compuseram a amostra de relatórios auditados. De onde se conclui que os casos de falsificação evidenciados pela equipe de auditoria são apenas **exemplificativos**.

Com base nisso, e considerando que foram apresentados pelo executante outros relatórios de ensaio após a data de término das ordens de serviço da auditoria, entende-se que a SODF deve averiguar se houve novas ocorrências dessa irregularidade.

Ante o exposto, faz-se necessário que a Administração tome as medidas cabíveis, tal como notificar o executante para prestar esclarecimento, vez que a gravidade do achado é passível de responsabilização nas esferas administrativa, civil e penal, sem prejuízo da ético-profissional.

Manifestação da unidade auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 30/5/2023, por meio do IAC nº 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 113851991), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1778/2023 – SODF/GAB/ASSESP, de 28/8/2023 (SEI nº 121025462), encaminhou “*a manifestação das unidades técnicas desta Pasta*” consignada nos seguintes documentos:

- Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635);
- Despacho – SODF/SUPOP/UNIORC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532); e
- Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).

Manifestação quanto aos campos “Fato” e “Causa” do IAC

Especificamente acerca dos campos “Fato” e “Causa” da presente constatação, releva destacar o seguinte trecho da manifestação dos executores do contrato da SODF:

[...]



1.3. No tocante a divergência de resultados dos laudos acostados nas medições do Contrato nº 020/2021 em relação as informações verificadas nos mesmos laudos acostados ao site do SENAI é importante destacar:

- **Essa fiscalização sempre encarou que os resultados técnicos apresentados pelo Consórcio eram verídicos**, uma vez que, pelo histórico das empresas Consorciadas, **não se imaginaria tal tipo de conduta** dentro de uma obra dessa magnitude;
- Essa fiscalização **tem a prática de conferir todos os resultados apresentados nos laudos de medições para validação e atesto dos serviços. Entretanto, não tinha conhecimento da possibilidade de verificar a autenticidade do laudo**, por meio do Código de Autenticidade, uma vez que dentro desta SODF existem diversos laboratórios que apresentam laudos sem essa possibilidade de verificação. **Por este motivo, e considerando a credibilidade do laboratório do SENAI, essa fiscalização considerou que os resultados, inclusive com assinatura do próprio responsável técnico do SENAI, eram verdadeiros;** e
- Isso posto, **resta claro que essa fiscalização foi induzida ao erro e evidencia-se que a contratada agiu de má fé junto a Administração Pública, cabendo a esta todas as sanções e penalidades contratuais possíveis.**

1.4. Cabe destacar, ainda, que esta Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal firmou o Contrato nº. 018/2021-SO, cujo objeto é a contratação de “*empresa de engenharia especializada para prestação de serviços de supervisão e apoio técnico nas obras de implantação do viaduto da EPIG [...]*”

1.5. De acordo com o Termo de Referência – SODF/SUPOP (Id. 36635316), **o escopo da Supervisora é:**

“[...] **avaliar e controlar a qualidade e quantidade dos materiais empregados e dos serviços executados**, verificação topográfica, **serviços de laboratórios de solos e concreto**, relatórios fotográficos das obras, monitoramento das construções existentes circunvizinhas (edificações), monitoramento ambiental, desvio de trânsito e engenharia de trânsito, consulta às concessionárias, aprovação de projeto nos órgãos competentes e elaboração do projeto “As-Built”, assim como do produto acabado.” **[grifo nosso]**

1.6. Ainda sobre as atribuições por parte da Supervisora, extraímos do Termo de Referência - SODF/SUPOP (Id. 36635316):

“Caberá à SUPERVISORA executar diretamente as seguintes atividades:

- *Acompanhamento das diversas etapas da adequação dos projetos executivos, inclusive aprovação e verificação de suas qualidades técnicas quanto à correta utilização das normas técnicas vigentes, além do acompanhamento de sua devida e correta execução;*

...

- *Acompanhar no Diário de Obras quanto à elaboração e verificação dos serviços diários realizados em relação às especificações técnicas e projetos contratados;*

- *Acompanhar e supervisionar a execução de cada etapa dos serviços, inclusive aferindo os quantitativos de serviços executados para fins de elaboração de medições, avaliação técnica qualitativa e aprovação de todos os serviços componentes do projeto executivo;*

...

- *Verificar os ensaios tecnológicos realizados pela empresa executora da obra, em conformidade com a norma técnica vigente e realizar ensaios de contra prova;*



...

13.13. Controle Tecnológico

São atribuições da Empresa SUPERVISORA, sem que se limite a elas, as atividades descritas a seguir:

- **Aferir cada uma das etapas das obras e serviços executados, compreendendo o acompanhamento e verificação dos materiais extraídos de jazidas de solos, areais e pedreiras, bem como os industrializados, como ligantes asfálticos, cimento, aço, etc.; verificar suas misturas e a execução dos serviços ou do produto final. Os ensaios do controle tecnológico devem ser executados conforme determinado pelas especificações técnicas da ABNT, DNIT e demais normas vigentes, para as fases de serviços preliminares, terraplenagem, pavimentação, obras de arte correntes e drenagem, obras de arte especiais, elementos de segurança, etc.;**
- **Executar ou encaminhar para execução os ensaios de contraprovas necessários (no mínimo 50% para cada ensaio estipulado em normas vigentes), como forma de conferir a qualidade dos ensaios realizados pelas empreiteiras para seus próprios controles; nestes casos a quantificação dos tamanhos das amostras depende dos critérios estabelecidos nas especificações técnicas vigentes para aceitação dos serviços, incluindo a realização de prova de carga. Todos os ensaios de solo, asfalto e concreto deverão ser realizados por laboratórios instalados no canteiro de obras sob a operação da SUPERVISORA;**
- **Manter arquivados em pastas próprias e de forma organizada, todos os boletins de ensaios tecnológicos e levantamentos topográficos realizados, para liberação dos materiais utilizados ou serviços, além do produto final; todos os boletins e fichas de ensaios devem ser assinados e identificados por carimbo, pelo laboratorista, topógrafo e pelo engenheiro residente da SUPERVISORA; ao final da obra, estes documentos devem ser entregues para guarda e arquivamento na SODF;” [grifo nosso]**

1.7. Vale ressaltar que a Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal, **instituiu a Coordenação de Análise e Conferência de Medições** através do DECRETO Nº 41.383, DE 23 DE OUTUBRO DE 2020 publicado no DODF nº. 203, de 26 de outubro de 2020. Entre todas as atribuições, extraímos em parte:

- Realizar o controle de medições analisadas;
- Aferir as memórias de cálculos, planilhas de medições e croquis referentes aos processos de medição;
- **Verificar e analisar a documentação técnica e/ou laudos que comprovem o controle de qualidade tecnológico das obras executadas quando da apresentação das medições.**

1.8. Diante do exposto acima, é importante destacar que **era prática desta fiscalização analisar e validar todos os quantitativos e serviços medidos** pelo Consórcio e **aprovados pela Supervisora**, sendo que, em muitos casos, esta fiscalização procedeu glosas de serviços posteriores a atuação da supervisora do Contrato e da Coordenação de Análise e Conferência de Medições. Entretanto, **no que concerne aos laudos técnicos acostados nas medições, essa fiscalização sempre considerou que qualquer análise adicional às informações presentes nos laudos, já haviam sido verificadas pela supervisora**. Sendo assim, **essa fiscalização se pautou em validar e comparar as informações dos laudos com as informações técnicas dos projetos da obra**.

1.9. Considerando todo o presente achado de auditoria, **sugere-se, às instâncias superiores desta SODF, a elaboração de circular demonstrando a possibilidade de conferência de autenticidade dos laudos do SENAI**. (Despacho – SODF/SUAF /UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)



Observe-se que os executores do contrato justificaram a não detecção da adulteração parcial dos resultados dos ensaios por “*sempre*” considerar “*que os resultados técnicos apresentados pelo Consórcio eram verídicos, uma vez que, pelo histórico das empresas Consorciadas, não se imaginaria tal tipo de conduta dentro de uma obra dessa magnitude*”, somado ao fato de que não sabiam da “*possibilidade de verificar a autenticidade do laudo, por meio do Código de Autenticidade*”.

Além disso, os executores do contrato expuseram as atribuições tanto da supervisora, quanto da Coordenação de Análise e Conferência de Medições – COACM da SODF, para concluir que os laudos também passaram por suas análises e que essas também não detectaram tais adulterações apontadas pela equipe de auditoria. Inclusive, a fiscalização da SODF registrou que “*se pautou em validar e comparar às informações dos laudos com as informações técnicas dos projetos da obra*”, e que “*sempre considerou que qualquer análise adicional às informações presentes nos laudos*” já havia sido feita pela supervisora.

Assim sendo, a fiscalização da SODF concluiu que “*foi induzida ao erro*” e “*que a contratada agiu de má fé junto a Administração Pública, cabendo a esta todas as sanções e penalidades contratuais possíveis*” (grifo nosso).

Mais à frente em sua manifestação, os executores do contrato consignaram trechos da manifestação da supervisora, dos quais destacam-se os seguintes a respeito do presente Ponto de Auditoria:

8. DA MANIFESTAÇÃO DA SUPERVISORA EM RELAÇÃO AO INFORMATIVO DE AÇÃO DE CONTROLE - IAC Nº. 1/2023 - DATOS/COLES /SUBCI/CGDF (ID. 113851991):

8.1. A supervisora do contrato se manifestou por meio da Carta EC202100020876-011-2023 (id. 119961217), datada de 14/08/2023, acostada ao Processo SEI nº. 00110-00001527/2023-72.

8.2. Seguem principais trechos da manifestação da supervisora sobre o relatório de auditoria:

“1 - INDÍCIO DE ADULTERAÇÃO PARCIAL DE DOCUMENTOS TÉCNICOS RELACIONADOS AO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO ESTRUTURAL

Observa-se neste item que a auditoria verificou a autenticidade de todos os relatórios do controle tecnológico relativo ao concreto estrutural até a data 21/09/2022. Dessa forma, constatou-se que alguns ensaios apresentados pelo Consórcio nos autos de medição estão desconforme com os ensaios obtidos diretamente no sítio do Instituto SENAI de Tecnologia em Construção Civil do Distrito Federal – IST/DF (subcontratado pelo Consórcio para controle tecnológico do concreto)

Assim, evidenciou-se que todos os ensaios de resistência à compressão dos corpos de prova cilíndrico foram adulterados quando o valor da resistência foi inferior ao mínimo determinado em projeto.



Além disso, **de forma análoga a SODF, esta Supervisora não verificou a autenticidade dos relatórios apresentados utilizando o Código de Autenticidade presente em cada documento.** Ademais, não tinha conhecimento do endereço eletrônico para tal ação; muitos documentos vêm expressos o local para conferência de autenticidade, fato que não ocorreu nos elaborados pelo IST e entregues pelo Consórcio.

Dessa maneira, **pela confiança no instituto, esta Supervisora acreditou fielmente aos resultados apresentados nos laudos entregues pelo Consórcio.** Ainda, **em momento algum levantou a possibilidade que o Consórcio seria capaz de tamanha irresponsabilidade em adulterar documentos de terceiros.**

[...] (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Note-se que a supervisora, assim como a fiscalização da SODF, consignou que “*não verificou a autenticidade dos relatórios apresentados pelos códigos de autenticidade*” e “*pela confiança no instituto, esta Supervisora acreditou fielmente aos resultados apresentados nos laudos entregues pelo Consórcio*”, sendo que “*em momento algum levantou a possibilidade que o Consórcio seria capaz de **tamanha irresponsabilidade em adulterar documentos de terceiros***” (grifo nosso).

Em relação à manifestação prestada pelo Executante, a fiscalização da SODF registrou apenas que “*o Consórcio Viaduto EPIG confirma que, de fato, existiu adulterações dos laudos de concreto do contrato, porém a auditoria interna empregada pelo própria Contratada ainda encontra-se incompleta*” (grifo nosso). Ademais, informou que a íntegra da manifestação da Executante constava da Carta CE 347 2023, de 21/8/2023 (SEI nº 120702820), acostada ao Processo SEI nº 00110-00001527/2023-72.

Ao consultar a referida documentação, verifica-se que a Carta CE 347 2023 contém a “*Defesa Prévia*” do Executante em relação aos apontamentos registrados no IAC. Especificamente a respeito do presente Ponto de Auditoria, destacam-se os seguintes trechos da referida manifestação:

[...]

(vi) Do Indício de adulteração parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural

[...]

Após a recepção da notificação, **o CONSÓRCIO prontamente entrou em contato com sua equipe de compliance e gerenciamento de crise no intuito de viabilizar, a fim de buscar assistência, levando em consideração a seriedade do tema.** Essa medida foi tomada em estrita conformidade com regras de conduta da empresa⁷, e contou com a **contratação de um escritório de advocacia** que responsável pela elaboração de uma **investigação interna.**

Nesse sentido, por recomendação do escritório, **adotou-se no dia 02 de junho de 2023, o afastamento temporário dos encarregados pela realização das obras e pelo fornecimento dos relatórios de ensaios de compressão** de corpos de prova cilíndricos



de concreto, acostados aos autos das medições expedidos até o dia 21 de setembro de 2022.

Ainda, **procedeu-se a realização de entrevistas com os funcionários** encarregados pelo fornecimento de relatórios e ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto. **Observou-se que não seria possível chegar a qualquer assunção de autoria ou mesmo apontamento de culpa por parte dos entrevistados e, tendo em vista que o objetivo da investigação é apurar a apenas a validade material e documental do controle tecnológico apresentado, não se mostrou viável sua continuidade ou mesmo o seu aprofundamento.**

Dessa forma, **com o intuito de preservar a evidência material dos fatos, todos os instrumentos de trabalho utilizados pelos funcionários encarregados pelos relatórios de ensaios** de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto, como computadores, HDs externos, mídias e documentos, **foram imediatamente recolhidos e devidamente lacrados.**

Para assegurar a preservação da cadeia de custódia das evidências, os funcionários do 1º Ofício de Notas e Protesto de Brasília forneceram assistência ao CONSÓRCIO. Eles estiveram presentes fisicamente nas instalações da empresa, registrando e documentando detalhadamente todo o processo por meio de ata notarial. (Doc. 1).

Com o intuito de contribuir para uma compreensão mais precisa dos eventos, para constatar a validade (ou não) material e documental do controle tecnológico apresentado, **a equipe de compliance entrou em contato com especialistas em perícia forense para analisar minuciosamente toda a documentação que estava lacrada.** Tais dados foram a **base do relatório de investigação interna nº 18/2023-DB**, realizado pela equipe de compliance, também em anexo. (Doc.2)

Ademais, durante a investigação interna da empresa, **verificou-se a existência de adulteração em outros laudos posteriores**, além daqueles previamente apresentados. É importante salientar que **tais modificações não acarretam prejuízos significativos ao andamento da obra, tampouco comprometem a integridade estrutural já concluída.**

Isso se deve ao fato de que, ao tomar conhecimento das alterações, a empresa prontamente adotou medidas proativas, reavaliando minuciosamente a adequação de todas as resistências estabelecidas nos referidos laudos.

(vii) Do relatório de Investigação Interna

A investigação interna realizada demonstra o compromisso do CONSÓRCIO em agir de acordo com as leis e regulamentos vigentes, bem como em adotar uma postura transparente, responsável e ética diante da seriedade do tema. A empresa reconhece a importância de buscar orientação jurídica especializada em momentos desafiadores, a fim de proteger seus interesses e mitigar quaisquer consequências negativas.

A investigação realizada pela equipe contratada para realizar uma auditoria investigativa, parte do procedimento de compliance e gestão de crise do CONSÓRCIO, **contou com a colaboração de peritos forenses contratados para realizarem a extração dos dados constantes em hardwares/software em HD's, que foram utilizados em posterior análise forense.** (Doc.3)

Os peritos contratados para extração de dados valeram-se de metodologia própria e do software forense denominado “DCFLDD” do sistema operacional “Kali Linux Tools”, a fim de realizar a obtenção dos dados do dispositivo de origem.

Assim, **foram extraídos todos os dados dos seguintes dispositivos abaixo nominados, os quais pertencem aos colaboradores ***** e *****:**

- **1º Desktop:** Fora gravado um desktop, com número de série X1BPC8CVQXA3, [...];

- **2º Desktop:** Fora gravado um desktop, com número de série X1BPC8CPQXA3, [...].
- **3º HD externo:** “HDEXT_SEAGATE_NOT-001_*****.dd”, [...].

Conforme consta no relatório de investigação interna nº 18/2023-DB (Doc.2), o trabalho elaborado pelos peritos foi confeccionado em duas fases. A primeira consistente na preservação dos dados; realização da cópia forense e recuperação de informações; e a segunda abrangendo a extração dos dados; análise propriamente dita e a formalização do laudo, conforme melhor se observa dos quadros abaixo:

		1ª Fase				
Evidência	Capacidade	Preservação	Cópia Forense	Recuperação	Status	
NOT-001 (Notebook)	256 GB	100%	100%	100%	100%	
NOT-008 (Notebook)	256 GB	100%	100%	100%	100%	
HD-Externo (Notebook)	4 TB	100%	100%	100%	100%	

		2ª Fase				
Evidência	Capacidade	Extração	Análise	Formalização (Laudo)	Status2	
NOT-001 (Notebook)	256 GB	100%	50%	0%	50%	
NOT-008 (Notebook)	256 GB	100%	50%	0%	50%	
HD-Externo (Notebook)	4 TB	0%	0%	0%	0%	

Entretanto, os dados extraídos dos computadores, quais sejam, os objetos de análise da investigação interna, são demasiadamente extensos. Assim, ante o exíguo prazo para a resposta a Notificação n.º 212/2023, de vinte dias e, em que pese todos os esforços dos peritos forenses, **até o momento não foi possível a análise da integralidade dos dados extraído, tendo sido analisados apenas cerca de 50 (cinquenta) por cento dos dados de ambos os notebooks.**

Sendo assim, apesar do breve prazo disponível, **os peritos forenses, elaboraram um Relatório Preliminar de Perícia Forense Digital** com base na **premissa levantada às fls. 16 do Informativo De Ação De Controle N° 1/2023**, que seja:

I - “A partir da comparação das informações constantes dos relatórios de ensaio do controle tecnológico apresentados pelo executante nos autos das medições com os originais obtidos diretamente no sítio do IST/DF, verificou-se que o executante pode ter adulterado os resultados de resistência de corpos de prova cilíndricos de concreto que ficaram abaixo da resistência especificada em projeto. De uma amostra de 83 relatórios de ensaios apresentados pelo executante (Tabela 1.1), apenas referentes a rupturas de corpos de prova próximas aos 28 dias [1.3], identificou-se a potencial adulteração, ainda que parcial, de 15 deles (cerca de 18%).”

Desse modo, a análise forense buscou encontrar as evidências de alterações nos documentos apontados como adulterados e, **preliminarmente, foram encontrados nos dados extraídos dos notebooks indícios que, a princípio, confirmam a tese de adulteração levantada.**

Conforme se extrai da conclusão lançada no relatório, veja-se (Doc. 3):

“Com base nos dados examinados na imagem forense dos dispositivos NOT_001 e NOT_008, **foi possível localizar os arquivos mencionados no IAC nº 1/23 página 19, sendo todos com indícios de adulteração, bem como indícios de possível autoria.**



Há registros de acesso e download dos documentos legítimos, emitidos no site do IST/SENAI. Até o momento não foram encontrados emails ou mensagens indicando ordem direta de execução das adulterações, porém existem arquivos adulterados nos dispositivos dos usuários, a saber, *** e *****.**

Informações mais precisas serão informadas ao término dos exames realizados nas outras evidências disponíveis.

Cumpra esclarecer que este relatório tem caráter preliminar, e qualquer conclusão final deve levar em consideração outros aspectos do caso e ser baseada em um conjunto abrangente de evidências. Recomenda-se que este relatório seja utilizado como um recurso para a investigação em andamento, auxiliando nas decisões e encaminhamentos subsequentes.”

Em face de todo o exposto, tendo em vista as entrevistas realizadas, a análise documental e, principalmente, forense, a comissão investigativa concluiu, em caráter preliminar, que a tese levantada no Informativo De Ação De Controle Nº 1 /2023, especificamente no item “3.1.1. Indício de adulteração parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural (p. 14/43)” merece prosperar.

Válido ressaltar que, conforme identificado pela perícia forense preliminar, **não foram encontrados e-mails ou mensagens indicando qualquer ordem direta para a execução das adulterações**. Por conseguinte, como bem salientou a análise forense, qualquer conclusão final deve levar em consideração outros aspectos do caso e ser baseada em um conjunto abrangente de evidências, o que será possível apenas quando da conclusão da integralidade da análise dos dados extraídos, que poderá confirmar ou não a tese ora posta.

(viii) Dos elementos de irregularidades adicionais

É relevante ressaltar que, com o objetivo de agir com transparência, o CONSÓRCIO tomou iniciativa de analisar todos os laudos de concretagem, visando identificar as alterações e os possíveis responsáveis pela dissonância de valores informados. Durante o curso da investigação interna, **foram identificados outros indícios de manipulação de documentos, além dos que já foram mencionados nesta notificação.**

Assim, o CONSÓRCIO realizou um comparativo com todos os laudos apresentados pelo SENAI, pelo CONSÓRCIO, pela CONCRECON e pela CIPLAN, expondo todos os laudos de concretagem feitos, bem como, todos os que foram alterados de alguma forma.

Sendo assim, é possível realizar a análise da planilha em anexo, (Doc. 4), da seguinte forma:

[...]

Após uma análise minuciosa, **constatou-se que outros laudos foram modificados além dos laudos previamente apresentados**. No entanto, é importante ressaltar que essas alterações não acarretam qualquer prejuízo para o andamento da obra ou para a integridade estrutural já concluída.

Isso se deve ao fato de que, ao tomar conhecimento dessas alterações, o CONSÓRCIO agiu proativamente, contratando uma equipe especializada para realizar uma avaliação criteriosa da adequação das resistências, conforme detalharemos no próximo tópico. (Carta CE 347/2023, de 21/8/2023, SEI nº 120702820, grifo nosso)

Conforme se observa da defesa prévia do Executante, tendo recebida a notificação da SODF a respeito da irregularidade, o consórcio contratou *“um escritório de advocacia que”*



seria “*responsável pela elaboração de uma investigação interna*”. E, em 2/6/2023, por recomendação desse escritório, procedeu ao “*afastamento temporário dos encarregados pela realização das obras e pelo fornecimento dos relatórios de ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto*”, quais sejam: ***** e ***** . Registra-se que esse último colaborador é um dos engenheiros civis responsáveis técnicos pela execução das obras, conforme ART nº 0720210088580 (SEI nº 92037528), registrada no CREA-DF em 25/11/2021. Por sua vez, o primeiro colaborador figura como engenheiro *trainee* do consórcio, conforme registro nas folhas de pagamento analíticas apresentadas nas medições do contrato (por exemplo, na folha de pagamento de 11/2023 – SEI nº 129798426, p. 20).

Ademais, conforme relatado pelo executante, este realizou “*entrevistas com os funcionários*” afastados, mas concluiu “*que não seria possível chegar a qualquer assunção de autoria ou mesmo apontamento de culpa por parte dos entrevistados*” e “*com o intuito de preservar a evidência material dos fatos, todos os instrumentos de trabalho utilizados pelos funcionários [...], como computadores, HDs externos, mídias e documentos, foram imediatamente recolhidos e devidamente lacrados*”.

Ainda, o executante consignou que a sua “*equipe de compliance entrou em contato com especialistas em perícia forense para analisar minuciosamente toda a documentação*”, e que cuja análise embasou o “*relatório de investigação interna nº 18/2023-DB [...] também em anexo. (Doc.2)*”. Ressalta-se que a defesa prévia apresentada pelo consórcio (SEI nº 120702820), e que consta do Processo SEI nº 00110-00001527/2023-72, não fora acompanhada dos documentos anexos mencionados no corpo de seu texto, assim, a equipe de auditoria não teve acesso a esses documentos.

Na sequência, o executante registrou que a investigação interna “*contou com a colaboração de peritos forenses contratados para realizarem a extração dos dados constantes em hardwares/software em HD's, que foram utilizados em posterior análise forense. (Doc.3)*” e informou que até o momento da emissão da manifestação não havia sido “*possível a análise da integralidade dos dados extraído, tendo sido analisados apenas cerca de 50 (cinquenta) por cento dos dados de ambos os notebooks*”.

No entanto, conforme informado pelo executante, “*os peritos forenses, elaboraram um Relatório Preliminar de Perícia Forense Digital com base na premissa levantada às fls. 16*” do IAC, qual seja: de que da amostra de 83 relatórios de ensaios apresentados pelo executante (Tabela 1.1), apenas referentes a rupturas de corpos de prova próximas aos 28 dias, 15 deles (cerca de 18%) estavam potencialmente adulterados, ainda que parcialmente. E, “*preliminarmente, foram encontrados nos dados extraídos dos notebooks indícios que, a princípio, confirmam a tese de adulteração levantada*” (grifo nosso).



Assim sendo, o executante afirmou que, considerando tanto o “Relatório Preliminar de Perícia Forense Digital”, quanto as entrevistas realizadas com os seus colaboradores, a sua “*comissão investigativa concluiu, em caráter preliminar, que a tese levantada no Informativo De Ação De Controle N° 1/2023, especificamente no item ‘3.1.1. [...]’ merece prosperar*” (grifo nosso), mas ressaltou que “*não foram encontrados e-mails ou mensagens indicando qualquer ordem direta para a execução das adulterações*”.

Ainda, o consórcio relatou que “*Durante o curso da investigação interna, foram identificados outros indícios de manipulação de documentos, além dos que já foram mencionados nesta notificação*” (grifo nosso), ou seja, constatou que “*outros laudos foram modificados além dos laudos previamente apresentados*”.

Ante o exposto, verifica-se que o próprio executante reconheceu que houve a falsificação de informações dos relatórios de ensaio do controle tecnológico do concreto estrutural dos viadutos do Sudoeste indicados no IAC, mesmo antes da conclusão da análise integral dos dados por parte dos peritos forenses, bem como reconheceu que outros relatórios de ensaios, fora da amostra da auditoria desta CGDF, também foram adulterados.

Diante dessa confirmação pelo próprio executante das adulterações de informações nos relatórios de ensaio por ele apresentados, esclarece-se que o texto inicial do presente Ponto de Auditoria – quando da expedição do IAC – fora ajustado, deixando de considerar a falsificação parcial de documentos técnicos como uma **hipótese**, e passando a tratá-la como **fato consumado**.

Há de se ressaltar ainda que os executores do contrato, ao final de sua manifestação, teceram comentários a título de conclusão sobre o presente achado de auditoria, bem como propuseram como encaminhamento o envio dos autos à Assessoria Jurídico-Legislativa – AJL da SODF para que, dentre outras providências, verificasse “*todas as penalidades cabíveis para o Consórcio Viaduto EPIG, devido a gravidade do achado*” (grifo nosso), vez que o próprio executante havia reconhecido que “*houve comprovação de adulteração dos documentos citados*” no IAC, além de terem sido identificados “*laudos, fora do escopo de auditoria, também [...] fraudados*”, nos seguintes termos:

10. CONCLUSÃO

Diante de todos os achados da auditoria, essa fiscalização vem concluir que:

3.1.1. Indício de adulteração parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural (p. 14/43):

Fiscalização:

Entendemos que este foi o achado mais preocupante de todo o Informativo de Ação de Controle - IAC n°. 1/2023 - DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (id. 113851991), uma vez que não tratou apenas de um simples indício de adulteração de documentos do contrato n°. 020/2021, mas sim de uma



tentativa da Contratada em se beneficiar da adulteração fraudulenta de informações valiosas dos serviços executados no âmbito do Contrato nº 020/2021 para o faturamento indevido à época da execução dos serviços.

Uma vez que foi verificado pela contratada que os laudos acostados ao site do SENAI tinham valores de resistência para o concreto diferentes dos resultados ensaiados pelo Consórcio ou pela supervisora do Contrato, **a Contratada tinha que ter tido conduta profissional e moral de alertar a fiscalização do contrato para as devidas providências.**

A alteração de documentos públicos configura, acima de tudo, uma infração penal. Felizmente, após verificações de projetistas especializados na área e após extrações realizadas, foi possível verificar que as OAE's 08 e 09 mantinham seus requisitos de segurança, durabilidade, vida útil, integridade asseguradas.

Não é papel dessa fiscalização dizer se houve fraude proposital da Contratada dentro do Contrato nº. 020/2021. Entretanto, após seguir recomendação da CGDF, estendendo a análise para os laudos do SENAI, apresentados pelo Consórcio Viaduto EPIG nas medições que não foram escopo de auditoria da CGDF, e os comparando com os laudos expedidos pelo SENAI em seu site, foi possível verificar em vários outros laudos a mesma divergência de informações.

Ou seja, foi constatado que laudos de CCR, muro e ala, guarda-corpo também estavam com valores modificados frente às informações do SENAI em seu site.

Diante de tudo isso, essa fiscalização consegue, s.m.j, dizer, com quase certeza, que a adulteração dos laudos do SENAI foi prática constante durante toda a obra, numa tentativa de ludibriar a fiscalização do contrato para o recebimento de serviços executados.

Sendo assim, entendemos, s.m.j., que o Consórcio Viaduto EPIG agiu de má fé junto à Administração Pública, cabendo possivelmente às empresas consorciadas todas as penalidades e sanções que a lei prevê.

Vale destacar que o SENAI já afirmou em correspondência que desconhece os laudos apresentados pelo Consórcio a esta fiscalização no âmbito das medições do Contrato.

Isso posto, cabe ao Consórcio apresentar provas irrefutáveis de que não cometeu a suposta fraude indicada na presente auditoria do Contrato nº. 020/2021.

[...]

11. ENCAMINHAMENTO

11.1. Diante do exposto nos tópicos acima, **sugerimos que os autos sejam encaminhados à Assessoria Jurídico-Legislativa - AJL/SODF para ciência e providências cabíveis**, com enfoque em:

- a) Encaminhar o presente relatório técnico para a equipe de auditoria da CGDF;
- b) **Verificar todas as penalidades cabíveis para o Consórcio Viaduto EPIG, devido a gravidade do achado 3.1.1. Indício de adulteração parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural, o qual a contratada afirma que houve comprovação de adulteração dos documentos citados no Informativo de Ação de Controle - IAC nº. 1/2023 - DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (id. 113851991). Vale destacar que laudos, fora do escopo de auditoria, também encontram-se fraudados.**

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)



A equipe de auditoria concorda com a manifestação da fiscalização da SODF, de que “*não tratou apenas de um simples indício de adulteração de documentos [...], mas sim de uma tentativa da Contratada em se beneficiar da adulteração fraudulenta de informações valiosas dos serviços executados [...] para o faturamento indevido à época da execução dos serviços*”, bem como de que a “*conduta profissional e moral*” correta do executante, frente à identificação, nos laudos dos ensaios, do não atingimento das resistências especificadas em projeto, seria a de “*alertar a fiscalização do contrato*”, para que essa pudesse tomar “*as devidas providências*” tempestivamente, antes de autorizar o prosseguimento da execução dos demais elementos estruturais das OAE.

Além disso, considerando que a fiscalização da SODF, após seguir a recomendação desta CGDF de estender a análise empreendida para os relatórios de ensaio apresentados em data posterior ao término da auditoria, identificou “*que laudos de CCR, muro e ala, guarda-corpo também estavam com valores modificados frente às informações do SENAI em seu site*”, ou seja, identificou que houve a falsificação parcial de outros relatórios de ensaio do controle tecnológico do concreto estrutural dos viadutos do Sudoeste fora da amostra da auditoria, é pertinente a conclusão dos executores do contrato de que essa “***adulteração dos laudos do SENAI foi prática constante durante toda a obra, numa tentativa de ludibriar a fiscalização do contrato para o recebimento de serviços executados***” (grifo nosso).

Nesse sentido, registre-se que, conforme pontuado pela fiscalização da SODF, “*A alteração de documentos públicos configura, acima de tudo, uma infração penal*”, e que, em que pese, “*após verificações de projetistas especializados na área e após extrações realizadas*” ter sido “*possível verificar que as OAE's 08 e 09 mantinham seus requisitos de segurança, durabilidade, vida útil, integridade asseguradas*”, isso **não afasta a irregularidade da própria falsificação parcial de documentos**.

Ademais, esclarece-se que, a partir da sugestão de encaminhamento dos executores do contrato, o processo fora encaminhado pela assessoria do gabinete da SODF à sua AJL para manifestação, consoante Despacho – SODF/GAB/ASSESP (SEI nº 120831488).

No entanto, a unidade jurídica, em sua manifestação por meio do Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635), **restou silente** a respeito da alínea “b”, do item 11.1, da manifestação da fiscalização da SODF (SEI nº 119541803), isto é, não se posicionou sobre quais seriam as penalidades cabíveis para o executante diante da confirmação da falsificação parcial de relatórios de ensaio citados no IAC e de outros fora do escopo da auditoria.

Basicamente, a unidade de assessoramento limitou-se a sintetizar o histórico do andamento do processo de encaminhamento do IAC e transcrever quase na íntegra a manifestação das outras duas áreas técnicas da SODF que se pronunciaram sobre os achados de



auditoria (UNIORC da SUPOP e UNEOBRAS da SUAF), tendo concluído de modo principiológico, *in verbis*:

13. Nota-se que a Comissão Executora apresenta devidamente as informações referentes às causas e consequências presentes no Informativo de Ação de Controle – IAC nº 1/2023 - DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (113851991), assim como tenta alcançar todas as recomendações e orientações sugeridas pela equipe técnica de douta Controladoria-Geral do Distrito Federal.
14. Faz-se mister salientar que **esta Secretaria** de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal **preza pela devida legalidade** de todos os seus procedimentos licitatórios e de seus contratos administrativos vigentes, **observando sempre os princípios constitucionais da Administração Pública**.
15. Frisa-se, também, que **esta Pasta tem atuado de forma contumaz na defesa do interesse público, garantindo maior qualidade de vida e mobilidade urbana** na execução de obras necessárias para a população do Distrito Federal.
16. Diante todo o exposto, esta Assessoria Jurídico-Legislativa entende que as unidades técnicas apresentaram os argumentos técnicos necessários para esclarecer os pontos ressaltados no Informativo de Ação de Controle – IAC nº 1/2023 - DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (113851991).
17. **Ressalta-se a importância da obra em tela e o compromisso desta Pasta com a legalidade de seus atos e procedimentos administrativos.**
18. Encaminhem-se os autos ao Gabinete para conhecimento do feito e posterior envio de Ofício à CGDF, atentando-se ao prazo de resposta, que finda-se hoje, dia 28/08/2023.
19. Segue, abaixo, sugestão de Minuta de Ofício. (Despacho – SODF/AJL, SEI nº 120995635, grifo nosso)

Ante o exposto, diante da gravidade da situação de falsificação parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural, a qual foi reconhecida pelo próprio executante que apresentou os referidos documentos, **remanesce a necessidade de que a Administração tome as medidas cabíveis para fins de responsabilização do consórcio executante** nas esferas administrativa, civil e penal, sem prejuízo da ético-profissional.

Inclusive, nesse sentido, serão propostas duas novas recomendações de auditoria no presente relatório final: uma para instauração de procedimento apuratório de responsabilização do executante, e outra para representação ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal – CREA/DF a respeito da falsificação parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural dos viadutos do Sudoeste.



Manifestação quanto às recomendações do IAC

No que tange às recomendações “R.1” a “R.3” do IAC, a SODF, por meio do despacho de sua fiscalização, assim se pronunciou:

[...]

1.10. Agora, passamos a demonstração das **ações realizadas por estes Executores do Contrato**:

1.11. Conforme propostas de recomendações e orientações pela Controladoria-Geral do Distrito Federal, que diz:

“R.1) Estender a análise empreendida pela equipe de auditoria na amostra de relatórios de ensaio da Tabela 1.1 para a totalidade da população, inclusive para os resultados de ensaios apresentados em data posterior ao término da execução da auditoria, e acostar, no prazo de 60 dias, o relatório conclusivo aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, referente à contratação da obra de construção dos viadutos do Sudoeste;”

1.12. Desse modo, informamos que **foi inserida a planilha no Processo SEI nº. 00110-00002310/2019-01**.

1.13. Em relação a próxima recomendação feita pela Controladoria-Geral do Distrito Federal:

“R.2) Exigir, nas futuras contratações de obras e serviços de engenharia e visando mitigar eventuais conflitos de interesse, que os ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato sejam realizados por organizações independentes acreditadas pelo INMETRO, e que os resultados entregues por elas possibilitem o controle de autenticidade das informações; e”

1.14. **Sugerimos que os autos sejam remetidos à Subsecretaria de Projetos Orçamento e Planejamento de Obras para providências, de modo que todo contrato conste, na fase licitatória, a informação que “os ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato sejam realizados por organizações independentes acreditadas pelo INMETRO, e que os resultados entregues por elas possibilitem o controle de autenticidade das informações”** acostada ao termo de referência, sendo que **não será admitida a medição de serviços, que necessitem de laudos técnicos, em desacordo com a recomendação acima**.

1.15. Nota-se também que a Controladoria-Geral do Distrito Federal ainda recomendou:

“R.3) Comunicar o IST/DF acerca da potencial adulteração de seus documentos técnicos, para que, caso julgue necessário, se pronuncie quanto ao presente achado de auditoria.”

1.16. Visando atender a recomendação, estes executores solicitaram por meio do Despacho - SODF/SUAF/UNEOBRAS (id. 114688559) **o envio do relatório ao SENAI**, conforme segue:

“Isso posto, visando o atendimento do Tópico R.4, vimos solicitar que o presente INFORMATIVO DE AÇÃO DE CONTROLE Nº 1/2023 - DATOS /COLES/SUBCI/CGDF (id. 114163931) seja encaminhado ao Instituto SENAI de Tecnologia em Construção Civil do Distrito Federal – IST/DF, afim de que tome conhecimento dos fatos relatados e providências quanto ao solicitado por essa SODF.”

1.17. Em 12/06/2023, a Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal encaminhou o Ofício Nº 1177/2023 - SODF/GAB/ASSESP (id. 114854291), que diz:



“Senhor Diretor Regional,

Cumprimentando-o, cordialmente, reportamo-nos ao trata-se os autos do INFORMATIVO DE AÇÃO DE CONTROLE Nº 1/2023 - DATOS/COLES /SUBCI/CGDF (id. 114163931), referente a auditoria realizada pela Controladoria-Geral do Distrito Federal (CGDF), no âmbito da Contrato nº. 020/2021 - SODF / CONSÓRCIO VIADUTO EPIG, que tem por objeto a contratação de empresa para execução das obras da interseção da Rodovia DF-011 (EPIG) com a via de acesso ao Parque da Cidade e ao Setor Sudoeste. Por intermédio do despacho 114688559, os Executores do citado contrato, ao tratarem das prescrições exaradas na auditoria em questão, sugerem o envio dos autos ao Instituto SENAI de Tecnologia em Construção Civil do Distrito Federal – IST/DF, para conhecimento dos fatos relatados, e adoção de providências julgadas cabíveis de modo à disponibilizar a documentação solicitada por esta Secretaria.

Diante do exposto, solicitamos gestões desse laborioso Instituto, quanto ao célere atendimento do pleito em tela, frente a situação apresentada.”

1.18. Assim, o **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI se manifestou no OFÍCIO SUPER/ASJUR** (id. 116481369), da seguinte forma:

“Sobre a dinâmica que se apresenta, cumpre ao SENAI/IST/DF asseverar que os laudos e respectivos dados e resultados constantes no sítio da entidade e enviados por e-mail, são aqueles que, efetivamente, foram obtidos pelo IST/DF e disponibilizados a época à empresa contratante (Consórcio Viaduto EPIG).

A hipótese de qualquer manipulação/adulteração destes documentos, ocorrida posteriormente, é estranha ao SENAI/IST/DF, de forma que a entidade se encontra a disposição para colaborar com o ente público no esclarecimento dos fatos narrados pela CGDF.”

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

No que diz respeito à manifestação da SODF sobre o atendimento da recomendação “R.I”, esclarece-se que a Planilha SEI nº 121872153, acostada ao Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, por si só, não pode ser considerada como um relatório conclusivo sobre a extensão da análise empreendida pela equipe de auditoria. Explica-se: a planilha acostada aos autos corresponde a apenas uma tabela, elaborada nos moldes da Tabela 1.1 do presente relatório, contendo as informações de outros 62 relatórios de ensaio posteriores aos analisados no IAC (sequencial de 83 a 144) e, apesar de indicar os que possuem informações adulteradas, não contém qualquer conclusão, em forma de texto, sobre os resultados dessa análise.

No entanto, entende-se que se essa planilha estiver acompanhada da manifestação exarada pela fiscalização da SODF em resposta aos apontamentos do IAC (Despacho – SODF /SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, acostado ao processo de encaminhando do IAC), a recomendação “R.I” pode ser reputada como atendida, vez que o despacho dos executores do contrato contempla conclusões a respeito dessa análise adicional.

Nesse sentido, para fins de melhor entendimento e para permitir o pleno atendimento da recomendação “R.I” do IAC, a sua redação será modificada neste relatório final, onde constará expressamente a necessidade de a SODF incluir a íntegra da manifestação de sua



fiscalização nos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, em complemento à planilha de resultados já acostada (SEI nº 121872153).

Ademais, em relação à planilha propriamente dita, verifica-se que dos 62 relatórios analisados pela SODF, apenas 36 deles contêm código de autenticidade, os outros 26 não possuem e, assim sendo, não permitem a conferência da veracidade das informações por parte desta CGDF.

No entanto, conclui-se que a SODF fez essa conferência, vez que recebeu diretamente do SENAI todos os relatórios originais, em anexo ao Ofício SUPER/ASJUR (SEI nº 116481369), consoante informação nele consignada, além de, por óbvio, ter incluído tais relatórios na planilha de análise e de ter indicado que não houve informações divergentes nestes. Salienta-se, apenas, que tais arquivos originais encaminhados pelo SENAI não constam dos autos do processo que contém o referido Ofício do SENAI (Processo SEI nº 00110-00001527/2023-72), tampouco foram encaminhados a esta CGDF quando da resposta da SODF ao IAC.

Por fim, registre-se que, desses 62 relatórios analisados pela SODF, **14 possuem informações adulteradas** (SEI nº 121872153), sendo todos relatórios que contêm código de autenticidade.

No que tange à recomendação “R.2”, qual seja, sinteticamente, que a SODF passe a exigir, nas futuras contratações de obras e serviços de engenharia, que os ensaios, testes e demais provas exigidos sejam realizados por organizações independentes acreditadas pelo INMETRO, e que os resultados entregues por elas possibilitem o controle de autenticidade das informações, a fiscalização da SODF sugeriu o encaminhamento dos autos à Subsecretaria de Projetos Orçamento e Planejamento de Obras – SUPOP para providências. Assim sendo, a referida recomendação será mantida para fins de acompanhamento de seu atendimento por esta CGDF.

Em atenção à recomendação “R.3”, a qual se refere à comunicação ao Instituto SENAI de Tecnologia em Construção Civil do Distrito Federal – IST/DF acerca da potencial adulteração de seus documentos técnicos, a SODF procedeu a essa comunicação por meio do Ofício Nº 1177/2023 - SODF/GAB/ASSESP, de 12/6/2023 (SEI nº 114854291). Assim sendo, essa recomendação será consignada como atendida neste relatório final.

Em relação à manifestação do SENAI (Ofício SUPER/ASJUR, SEI nº 116481369), conforme trecho destacado pelos executores do contrato, o instituto assegurou que “*os laudos e respectivos dados e resultados constantes no sítio da entidade e enviados por e-mail,*

são aqueles que, efetivamente, foram obtidos pelo IST/DF e disponibilizados a época à empresa contratante”, ou seja, confirmou que os resultados obtidos pela equipe de auditoria diretamente do sítio do IST/DF, por meio de consulta com código de autenticidade, são os de fato verídicos.

Além disso, o SENAI acrescentou que “qualquer manipulação/adulteração destes documentos, ocorrida posteriormente, é estranha ao SENAI/IST/DF”, colocando-se, inclusive, à “disposição para colaborar com o ente público no esclarecimento dos fatos narrados pela CGDF”.

Em acréscimo ao trecho citado pela fiscalização da SODF, cumpre trazer luz, para fins de transparência, a outra informação prestada pelo SENAI em sua manifestação, vez que esclarece a sistemática de disponibilização de laudos emitidos pelo IST/DF às empresas que contratam o instituto, bem como o porquê de alguns laudos terem código de autenticidade e outros não, *in verbis*:

Uma vez elaborados os relatórios (laudos) pelo IST/DF, **estes são disponibilizados de duas formas diferentes, a depender de seu conteúdo. O primeiro, que diz respeito ao ensaio de resistência a compressão do concreto, é disponibilizado na plataforma virtual do IST/DF, com acesso via portal¹. O segundo, que diz respeito aos demais tipos de ensaios, são gerados arquivos PDF e estes foram enviados por e-mail ao contratante (doc. anexo).**

Destarte, na hipótese de disponibilização via portal, é fornecido à empresa contratante, login e senha para acesso e geração dos laudos em formato PDF. A cada acesso ao portal e geração de arquivo pdf, é gerado respectivo código de autenticidade.

Desta forma, cumpre ao SENAI/IST/DF asseverar que em momento algum forneceu qualquer laudo à contratada, senão por intermédio dos mecanismos acima descrito.

[...]

Em atendimento as solicitações contidas no Despacho 114688559 - SODF/SUAF /UNEOBRAS de 07 de junho de 2023 da Subsecretaria de Acompanhamento e Fiscalização, encaminhamos anexo, todos os laudos originais realizados até o presente momento para o Consórcio EPIG, referente ao Contrato nº 020/2021 e todas as correspondências eletrônicas enviadas ao Consórcio EPIG, referente ao controle tecnológico, Contrato nº 020/2021; (OFÍCIO SUPER/ASJUR, de 28/6/2023, SEI nº 116481369, grifo nosso)

Observe-se que o SENAI esclarece que somente os ensaios de compressão de concreto são disponibilizados por sua plataforma virtual, sendo somente esses que são passíveis de conferência por meio de código de autenticidade. Os relatórios dos demais ensaios são disponibilizados apenas em formato *pdf* por e-mail ao contratante e não possuem código de autenticidade, não sendo possível que terceiros confirmem a sua veracidade.

Nesse sentido, também para fins de transparência, será proposta nova recomendação à SODF para que acoste os referidos relatórios originais encaminhados pelo IST



/DF ao processo principal da contratação das obras (Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01), em especial os que não possuem código de autenticidade e, assim, não permitem a conferência da veracidade das informações por terceiros.

Causa

Em 2022:

Falha da fiscalização pela não conferência da autenticidade dos relatórios de ensaios de controle tecnológico entregues pelo executante.

Consequência

Ausência de confiabilidade dos documentos apresentados pelo executante, no sentido de atestar a qualidade dos materiais empregados e dos serviços prestados.

Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

- R.1) Estender a análise empreendida pela equipe de auditoria na amostra de relatórios de ensaio da Tabela 1.1 para a totalidade da população, inclusive para os resultados de ensaios apresentados em data posterior ao término da execução da auditoria, e acostar, no prazo de 30 dias, em complemento à planilha (“*Tabela Laudos - EPIG*”, SEI nº 121872153), o Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803), aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, referente à contratação da obra de construção dos viadutos do Sudoeste;
- R.2) Exigir, nas futuras contratações de obras e serviços de engenharia e visando mitigar eventuais conflitos de interesse, que os ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato sejam realizados por organizações independentes acreditadas pelo INMETRO, e que os resultados entregues por elas possibilitem o controle de autenticidade das informações;
- R.3) (ATENDIDA) Comunicar o IST/DF acerca da potencial adulteração de seus documentos técnicos, para que, caso julgue necessário, se pronuncie quanto ao presente achado de auditoria;
- R.4) Acostar, no prazo de 30 dias, aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01 todos os relatórios de ensaio originais encaminhados pelo IST/DF, em anexo ao OFÍCIO SUPER/ASJUR, de 28/6/2023 (SEI nº 116481369), em especial os relatórios de ensaio que não possuem código de autenticidade, para fins de transparência;



- R.5) Instaurar, em até 30 dias, e concluir, nos prazos normativos, procedimento apuratório de responsabilização do Consórcio VIADUTO EPIG (CNPJ nº 42.421.318/0001-96), composto pelas empresas ETERC ENGENHARIA LTDA. (CNPJ nº 03.987.285/0001-94) e PRINCIPAL CONSTRUÇÕES LTDA. (CNPJ nº 26.968.438/0001-51), pela falsificação parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural dos viadutos do Sudoeste; e
- R.6) Representar, em até 45 dias, com fulcro na Resolução nº 1.004, de 27/6/2003, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA, ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal – CREA/DF a respeito da falsificação parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural dos viadutos do Sudoeste pelo Consórcio VIADUTO EPIG (CNPJ nº 42.421.318/0001-96), composto pelas empresas ETERC ENGENHARIA LTDA. (CNPJ nº 03.987.285/0001-94) e PRINCIPAL CONSTRUÇÕES LTDA. (CNPJ nº 26.968.438/0001-51), informando minimamente:
- a) A qualificação dos profissionais representados, isto é, de **todos** os responsáveis técnicos registrados para a execução das obras, mediante o nome completo, o título profissional, o número da carteira (registro) e o número da ART registrada;
 - b) A narração dos fatos ocorridos; e
 - c) O achado de auditoria desta CGDF, relatado neste Ponto de Auditoria 3.1.1, como um dos meios de produção de provas dos fatos alegados.



3.1.2. REDUÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO E DA DURABILIDADE DAS ESTRUTURAS DOS VIADUTOS

Classificação da falha: Tipo C

Será demonstrada agora a causa para ter havido a falsificação dos laudos de controle tecnológico do concreto estrutural descritos no Ponto de Auditoria 3.1.1 “*FALSIFICAÇÃO PARCIAL DE DOCUMENTOS TÉCNICOS RELACIONADOS AO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO ESTRUTURAL*”.

Verificou-se, da análise do resultado de uma amostra de 310 ensaios de ruptura de exemplares de corpos de prova cilíndricos de concreto, que 58 deles (18,71%) não obtiveram a resistência à compressão exigida em projeto, fazendo com que os respectivos elementos estruturais das Obras de Arte Especiais – OAE 8 e 9 possam ter sido executados sem a necessária resistência para garantir o requisito da segurança (capacidade resistente) exigido pelo item 5.1, da NBR 6118:2014 da ABNT, ou seja, existe o risco de insuficiência de resistência de algumas peças que compõem os viadutos. Inclusive, notou-se que alguns desses componentes foram confeccionados com concretos que não atingiram a resistência mínima para atender ao requisito da durabilidade (também exigido no referido dispositivo).

Diante disso, de acordo com a NBR 12655 da ABNT, que versa acerca do preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto, o volume de concreto utilizado na construção dos viadutos a que se refere esse percentual de exemplares de 18,71% não pode ser aceito automaticamente, requerendo procedimentos que estão descritos na NBR 7680-1 da ABNT, que trata da extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos[2.1] de estruturas de concreto, para fins de obtenção da resistência à compressão axial.

De antemão, para o leitor menos familiarizado com o assunto envolvendo as estruturas[2.2] de concreto, recomenda-se a leitura do Anexo II para compreender brevemente alguns aspectos envolvendo as características e o comportamento conjunto dos materiais que compõem o concreto estrutural. Ademais, entende-se ser imprescindível recorrer ao Anexo III, em que é feita uma explanação acerca do controle de qualidade na construção civil, com ênfase no controle da resistência à compressão do concreto das estruturas (subitens III.4.1 e III.4.2 do Anexo III).

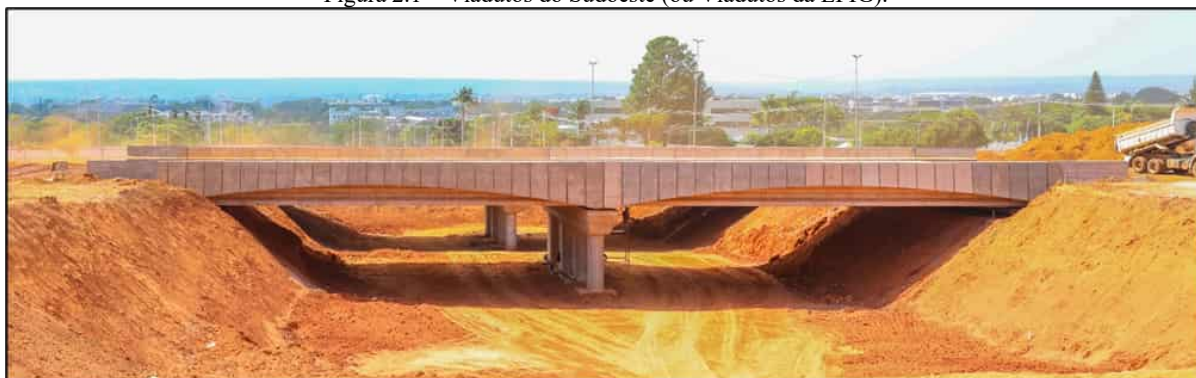
A saber, resistência (*strength*) é um termo genérico para a capacidade de um material suportar tensões ou rupturas induzidas por forças externas sem perder a sua integridade (BRASIL, 1997 e ACI 116R-90[2.3]), isto é, sem se romper (MEHTA e MONTEIRO, 2008, p.

49). E, como no caso das estruturas de concreto, conta-se enormemente com a resistência à compressão do concreto para garantir a segurança estrutural, faz-se imperativo exercer um controle de qualidade *pari passu* desse material ao longo da execução da estrutura *in loco*.

Elementos estruturais dos viadutos (OAE 8 e 9)

As estruturas das OAE 8 e 9 são majoritariamente de concreto armado (com exceção das vigas longarinas, que são de concreto protendido) e consistem em dois viadutos constituídos de superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura, cujos elementos componentes estão descritos na sequência.

Figura 2.1 – Viadutos do Sudoeste (ou Viadutos da EPIG).



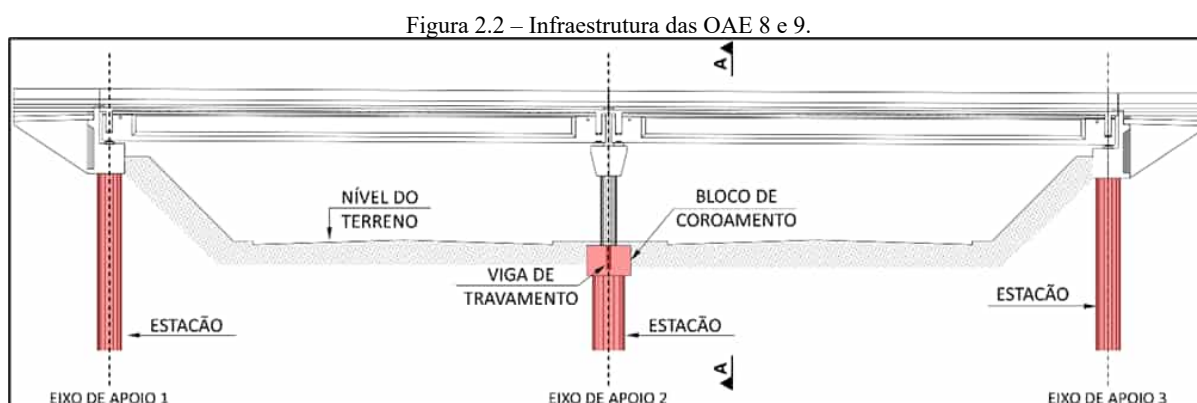
(a) Vista longitudinal.



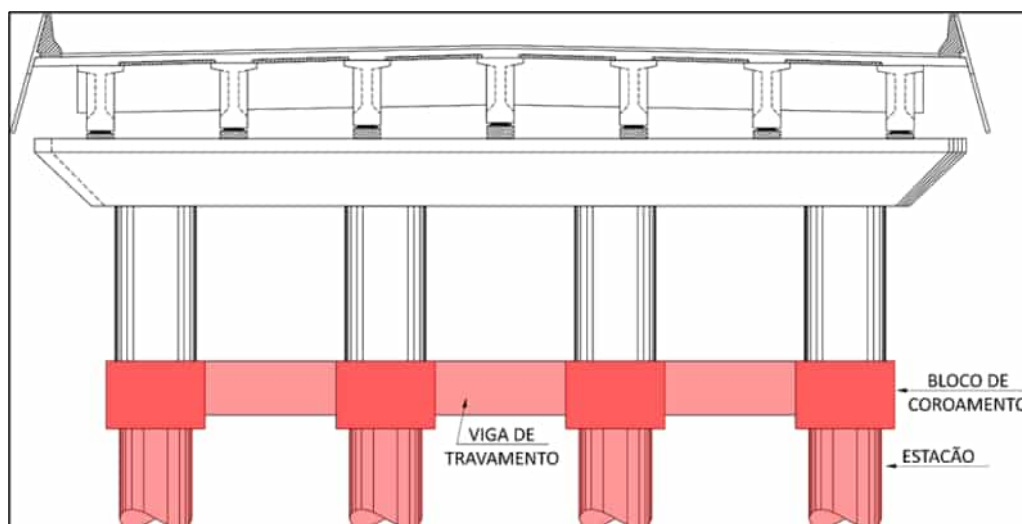
(b) Vista de topo.

Fontes: (a) *Agência Brasília*. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/agenciabrasilia/52442722045/in/album-72177720303063588/>; (b) *Youtube*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Sbh6wG6b3cA>.

A infraestrutura, também denominada fundação da obra, é a parte inferior da OAE composta de elementos que se destinam a transferir para o terreno as cargas atuantes na estrutura (PFEIL, 1983, p. 10), ou seja, a transferir ao substrato as cargas transmitidas da superestrutura para a mesoestrutura (MARCHETTI, 2008, p. 1). No caso das OAE 8 e 9, a infraestrutura é constituída por três eixos de apoio, sendo os Eixos 1 e 3 formados apenas por estacões (estacas de grande diâmetro), enquanto que o Eixo 2 é composto de estacões, blocos de coroamento[2.4] e vigas de travamento[2.5] (Figura 2.2).



(a) Vista longitudinal.



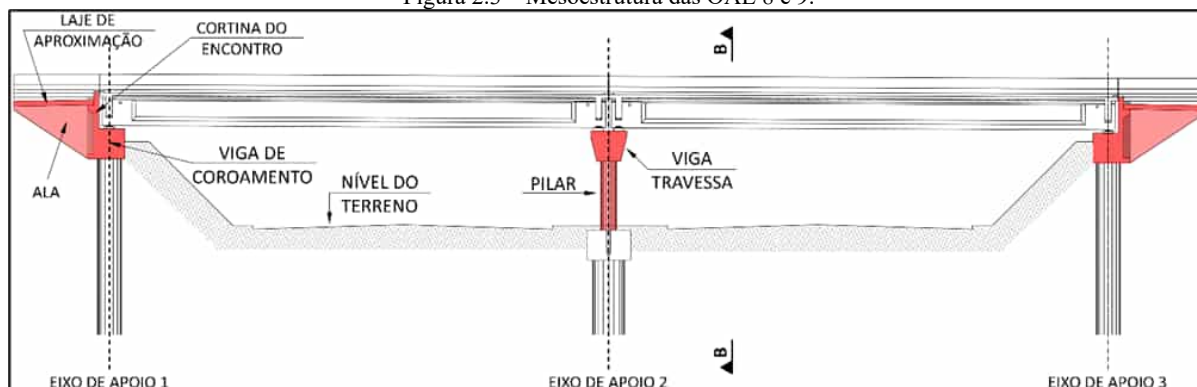
(b) Vista transversal (Corte A-A, Eixo 2).

Fonte: (a) adaptado da “FOLHA 02/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 209); e (b) adaptado da “FOLHA 09/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 216).

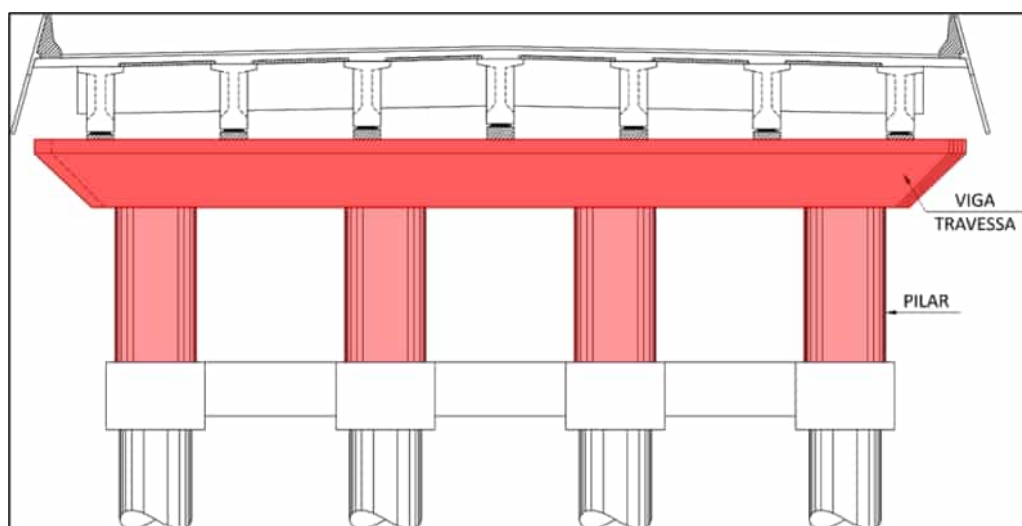
Por sua vez, a mesoestrutura é a parte intermediária da OAE que recebe as cargas da superestrutura e as transmite à infraestrutura (MARCHETTI, 2008, p. 1). No caso das OAE 8 e 9, a mesoestrutura é constituída, no Eixo 2, por pilares[2.6] e vigas travessas, e, nos Eixos 1 e 3,

por lajes de aproximação (ou de transição[2.7]), bem como por alas, cortinas[2.8] (muros) e vigas de coroamento dos encontros[2.9] (Figura 2.3).

Figura 2.3 – Mesoestrutura das OAE 8 e 9.



(a) Vista longitudinal.

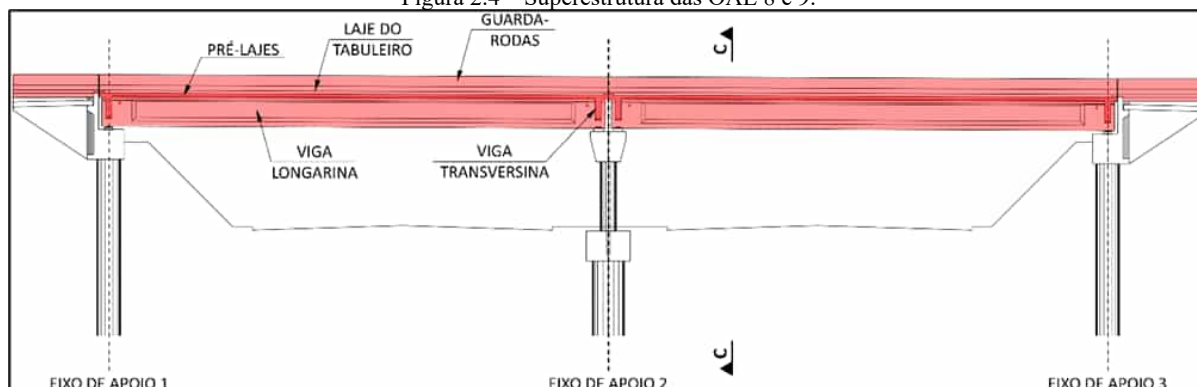


(b) Vista transversal (Corte B-B, Eixo 2).

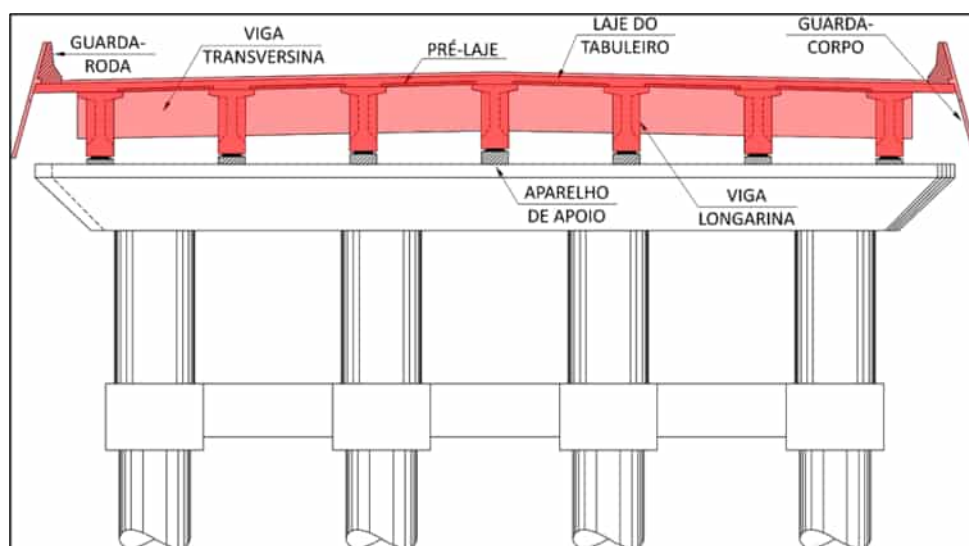
Fonte: (a) adaptado da “FOLHA 02/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 209); e (b) adaptado da “FOLHA 09/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 216).

Enfim, a superestrutura é a parte útil da obra, pois suporta o estrado por onde se trafegam os veículos (MARCHETTI, 2008, p. 2) e permite à carga útil vencer o vão[2.10] propiciado pela OAE (PFEIL, 1983, p. 10). No caso das OAE 8 e 9, a superestrutura é formada por lajes do tabuleiro, pré-lajes, vigas longarinas e vigas transversinas (Figura 2.4). Incluem-se também aí os guarda-rodas e os guarda-corpos.

Figura 2.4 – Superestrutura das OAE 8 e 9.



(a) Vista longitudinal.



(b) Vista transversal (Corte C-C, Eixo 2).

Fonte: (a) adaptado da “FOLHA 02/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 209); e (b) adaptado da “FOLHA 09/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 216).

Preparo e controle do concreto estrutural

A modalidade escolhida pelo executante de preparo do concreto destinado à confecção dos elementos que compõem as OAE 8 e 9 foi mediante empresa de serviços de concretagem, que é quando há uma firma responsável pelos serviços de dosagem[2.11] e, geralmente, mistura e transporte do concreto, da central[2.12] até o canteiro de obras[2.13]. Nesse sentido, na obra em questão, com base nos relatórios de ensaio do IST/DF, verificou-se que duas empresas prestaram esse serviço ao executante: a CIPLAN e a CONCRECON, sendo que a mistura e o transporte se deram mediante caminhões-betoneiras[2.14] (Figura 2.5).

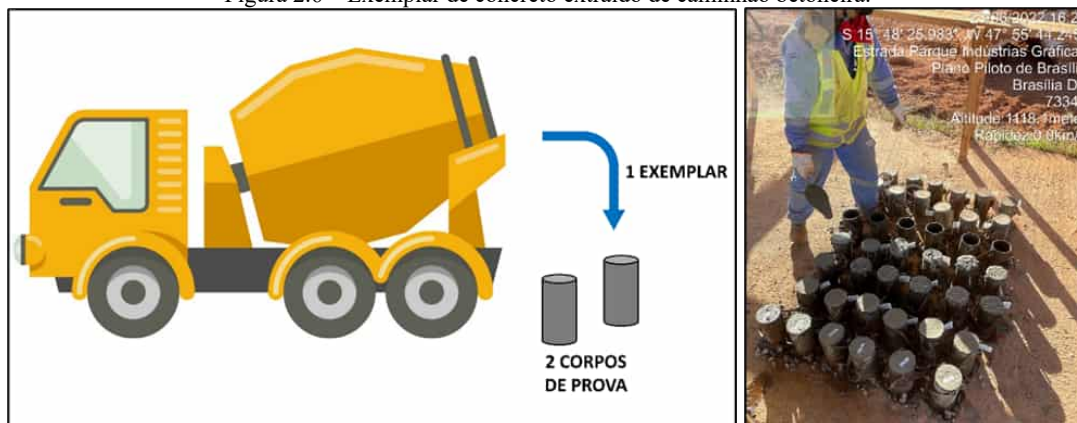
Figura 2.5 – Caminhão-betoneira no canteiro de obras.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Além disso, durante as sucessivas observações de atividades[6] no canteiro de obras, a equipe de auditoria notou que o tipo de controle da resistência do concreto estabelecido pelo executante foi por **amostragem total**, em que todas as betonadas[2.15] foram amostradas e representadas por um exemplar que define a resistência à compressão daquele concreto naquela betonada. Como esclarecido no subitem III.4.2 do Anexo III, cada exemplar é formado por dois corpos de prova do mesmo caminhão-betoneira, moldados no mesmo ato, para cada idade de ensaio (Figura 2.6a), sendo que, para se medir a capacidade potencial resistente do concreto (f_{ck}), deve-se tomar o maior dos dois valores.

Figura 2.6 – Exemplar de concreto extraído de caminhão betoneira.



(a) Representação de um exemplar de concreto.

(b) Exemplos moldados *in loco*.

Fonte: Equipe de auditoria.



Usualmente, as idades de controle de resistência do IST/DF eram 7 e 28 dias, motivo pelo qual eram moldados, no mínimo, quatro corpos de prova por caminhão-betoneira (Figura 2.6b). Diz-se “no mínimo”, pois foi informado verbalmente à equipe de auditoria durante as observações de campo que, além dos exemplares destinados ao IST/DF, eram moldados outros para fins de contraprova tanto por parte do executante quanto da parte da supervisora.

Em relação ao executante, nenhum dos instrumentos licitatórios ou contratuais exigia que fossem feitas contraprovas, mas apenas que os ensaios e testes fossem procedidos “*por empresas especializadas*”, veja-se:

13. RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES

[...]

13.2. DA CONTRATADA

[...]

Os ensaios e testes previstos pelas Normas Brasileiras e/ou pelas especificações técnicas deverão ser realizados por empresas especializadas a serem aprovadas pelo CONTRATANTE (Termo de Referência – SODF/SUPOP, de 10/11/2020, SEI nº 51409913, grifo nosso).

Tanto é que, como visto no Ponto de Auditoria 3.1.1 “*FALSIFICAÇÃO PARCIAL DE DOCUMENTOS TÉCNICOS RELACIONADOS AO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO ESTRUTURAL*”, o executante subcontratou uma instituição especializada e acreditada pelo INMETRO para esse fim: o IST/DF.

Por outro lado, no que concerne à supervisora, estava disposto no Termo de Referência – SODF/SUPOP, de 6/3/2020 (SEI nº 36635316):

10. ESCOPO DOS SERVIÇOS

[...]

Caberá à SUPERVISORA executar diretamente as seguintes atividades:

[...]

- **Verificar os ensaios tecnológicos realizados pela empresa executora da obra**, em conformidade com a norma técnica vigente e **realizar ensaios de contra prova**; (grifo nosso)

Inclusive, houve uma seção específica apenas sobre o controle tecnológico, que detalhava de que modo deveria ser feita a contraprova pela supervisora, *in verbis*:

13.13. Controle Tecnológico

São atribuições da Empresa SUPERVISORA, sem que se limite a elas, as atividades descritas a seguir:

[...]



- Executar ou encaminhar para execução os ensaios de contraprovas necessários (no mínimo 50% para cada ensaio estipulado em normas vigentes), como forma de conferir a qualidade dos ensaios realizados pelas empreiteiras para seus próprios controles; nestes casos a **quantificação dos tamanhos das amostras depende dos critérios estabelecidos nas especificações técnicas vigentes para aceitação dos serviços**, incluindo a realização de prova de carga. Todos os ensaios de solo, asfalto e concreto deverão ser realizados por laboratórios instalados no canteiro de obras sob a operação da SUPERVISORA; (Termo de Referência – SODF/SUPOP, de 6/3/2020, SEI nº 36635316, grifo nosso)

A saber, os ensaios de contraprova foram realizados pela JPS GEOTECNIA E CONSTRUCAO CIVIL LTDA. (CNPJ 25.308.901/0001-76), empresa subcontratada pela supervisora.

Sendo assim, para cada caminhão-betoneira, eram moldados minimamente quatro corpos de prova (dois exemplares) para serem ensaiados pelo IST/DF a mando do executante, e deveriam ser moldados outros, “*no mínimo 50% para cada ensaio estipulado em normas vigentes*”, para serem rompidos pela supervisora como contraprova, a fim de “*conferir a qualidade dos ensaios realizados*” a cargo do executante. Só que, como se verá, a supervisora não realizou tal incumbência a contento.

Como explicado no subitem III.4.1 do Anexo III, é importante frisar que tal procedimento de moldagem e ruptura de corpos de prova cilíndricos objetiva estimar a resistência real à compressão do concreto das seções técnicas das estruturas dos viadutos, a partir da determinação da resistência potencial à compressão do concreto (f_{ck}) desses corpos de prova, a qual é medida na saída do caminhão-betoneira. Tanto é que a própria NBR 6118 da ABNT, que dispõe sobre projeto de estruturas de concreto, preceitua que:

8 Propriedades dos materiais

[...]

8.2 Concreto

[...]

8.2.4 Resistência à compressão

As prescrições desta Norma referem-se à **resistência à compressão obtida em ensaios de corpos de prova cilíndricos**, moldados segundo a ABNT NBR 5738 e rompidos como estabelece a ABNT NBR 5739. (grifo nosso)

Ou seja, quando se fala em resistência à compressão do concreto na NBR 6118 da ABNT, deve-se considerar o f_{ck} . É por isso que o projetista estrutural “*toma como referência de cálculo um valor convencional muito bem definido nas normas, que é a resistência à compressão de um corpo-de-prova amostrado, moldado e ensaiado em condições ideais*”



(HELENE, 2011, p. 65). Essa referência “*tem de ser um valor único e perfeitamente definido a fim de permitir a correta comunicação entre as etapas de projeto e execução da obra.*” (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 105)

Sendo assim, como a resistência à compressão axial, denominada normativamente de resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}), é a propriedade usualmente adotada pelos projetistas na etapa de dimensionamento da estrutura[2.16], fácil é concluir que ela está intimamente relacionada ao requisito de capacidade resistente (segurança estrutural). Tão grande é sua importância que, de acordo com a NBR 12655 da ABNT, é obrigatório que o projetista estrutural faça constar o valor do f_{ck} em todos os desenhos e memórias que descrevem o projeto tecnicamente[2.17]. Logo, a obra deve ser executada com um concreto cuja resistência à compressão seja igual ou superior àquela adotado no projeto (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 103).

Resultados de não conformidade

Por essa razão, a equipe de auditoria investigou uma amostra de 310 ensaios realizados pelo IST/DF durante o período de vigência das ordens de serviço da auditoria, em que foi possível analisar a **totalidade** dos resultados dos ensaios de ruptura de corpos de prova cilíndricos para obtenção do valor estimado da resistência característica ($f_{ck,est}$) dos principais elementos estruturais da infraestrutura, da mesoestrutura e da superestrutura das OAE 8 e 9, a saber:

- Estações E1 a E12;
- Blocos de coroamento e vigas de travamento;
- Vigas de coroamento, alas laterais e cortinas dos encontros;
- Pilares P1 a P4;
- Vigas Longarinas VL1 a VL14, Vigas Transversinas T1 a T4 e vigas travessas; e
- Lajes de aproximação, pré-lajes (Tipo 1 e Tipo 2) e lajes dos tabuleiros.

Portanto, tomando-se por base a “*Série dos CP's*” do IST/DF, isto é, a numeração sequencial dos exemplares ensaiados, verificou-se um total de **58 casos de não conformidade** à luz da NBR 12655 da ABNT (ver subitem III.4.2 do Anexo III), envolvendo todos os elementos supracitados, com exceção das vigas travessas, das alas laterais e das cortinas dos encontros, segundo se nota da coluna de “Exemplares Não Conformes” da Tabela 2.1:



Tabela 2.1 – Amostra de ensaios de corpos de prova (CP's) de concreto para obtenção da resistência à compressão.

Elemento Concretado	Descrição	OAE	Data Moldagem	Data Ensaio	Idade dos CP's	Resistência Projeto (f_{ck})	Série dos Exemplares	Exemplares Não Conformes	Relatório Ensaio IST/DF	Cód. Autenticidade
Estação	E3	8	3/3/22	31/3/22	28	30 MPa	1 a 5	-	976-2/2022	11320818236254
Estação	E1	8	4/3/22	1/4/22	28	30 MPa	6 a 10	-	977-2/2022	1279825236624b
Estação	E4	8	5/3/22	1/4/22	27	30 MPa	11 a 15	-	978-2/2022	329604330624b1
Estação	E11	8	5/3/22	1/4/22	27	30 MPa	16 a 20	19	978-2/2022	329604330624b1
Estação	E9	8	7/3/22	4/4/22	28	30 MPa	21 a 24	-	979-2/2022	579038595624c7
Estação	E12	8	8/3/22	5/4/22	28	30 MPa	25 a 29	-	1024-2/2022	667657688624d6
Estação	E10	8	8/3/22	5/4/22	28	30 MPa	30 a 34	30, 31, 32, 33 e 34	1024-2/2022	667657688624d6
Estação	E9	9	10/3/22	7/4/22	28	30 MPa	35 a 38	-	1025-2/2022	60321082962503
Estação	E11	9	9/3/22	6/4/22	28	30 MPa	39 a 43	-	1058-2/2022	116430171624ee
Estação	E12	9	11/3/22	8/4/22	28	30 MPa	44 a 48	-	1059-2/2022	16913583976254
Estação	E10	9	11/3/22	8/4/22	28	30 MPa	49 a 52	-	1060-2/2022	28311196362540
Estação	E1	9	12/3/22	8/4/22	27	30 MPa	53 a 57	-	1089-2/2022	11858779446254
Estação	E2	9	14/3/22	11/4/22	28	30 MPa	58 a 61	-	1121-2/2022	14608655596255
Estação	E4	9	15/3/22	12/4/22	28	30 MPa	62 a 66	-	1122-2/2022	85056910625858
Estação	E6	9	16/3/22	13/4/22	28	30 MPa	67 a 73	73	1123-2/2022	12932625776258
Viga Longarina	VL4 e VL5	8	16/3/22	13/4/22	28	35 MPa	74 a 77	74	1124-2/2022	20830883276258
Estação	E3	9	17/3/22	14/4/22	28	30 MPa	78 a 82	-	1125-2/2022	1333095638625f
Estação	E8	9	19/3/22	18/4/22	30	30 MPa	83 a 88	-	1244-2/2022	2462988686262a
Estação	E7	9	21/3/22	19/4/22	29	30 MPa	89 a 95	-	1252-2/2022	6168196386263e
Estação	E7	8	23/3/22	20/4/22	28	30 MPa	96 a 102	-	1278-2/2022	4445392916262a
Viga Longarina	VL6	8	23/3/22	20/4/22	28	35 MPa	103 e 104	-	1279-2/2022	46698276263e74
Viga Longarina	VL7	8	23/3/22	20/4/22	28	35 MPa	105 e 106	-	1279-2/2022	46698276263e74



Elemento Concretado	Descrição	OAE	Data Moldagem	Data Ensaio	Idade dos CP's	Resistência Projeto (f_{ck})	Série dos Exemplares	Exemplares Não Conformes	Relatório Ensaio IST/DF	Cód. Autenticidade
Estação	E5	8	24/3/22	20/4/22	27	30 MPa	107 a 112	-	1285-2/2022	4222268036262a
Estação	E8	8	25/3/22	22/4/22	28	30 MPa	113 a 118	-	1303-2/2022	15161228206267
Estação	E6	8	29/3/22	26/4/22	28	30 MPa	119 a 124	121	1355-2/2022	11765153956268
Estação	E2	8	29/3/22	26/4/22	28	30 MPa	125 a 129	-	1356-2/2022	10516020656268
Estação	E5	9	22/3/22	19/4/22	28	30 MPa	130 a 136	-	1362-2/2022	1347855166263e
Viga Longarina	VL13	8	31/3/22	28/4/22	28	35 MPa	137 e 138	-	1420-2/2022	564008653626bd
Viga Longarina	VL12	8	31/3/22	28/4/22	28	35 MPa	139 e 140	139 e 140	1420-2/2022	564008653626bd
Viga Longarina	VL10	8	7/4/22	5/5/22	28	35 MPa	141 e 142	-	1504-2/2022	97567693362741
Viga Longarina	VL11	8	7/4/22	5/5/22	28	35 MPa	143 e 144	-	1504-2/2022	97567693362741
Viga Longarina	VL3	8	13/4/22	11/5/22	28	35 MPa	145 e 146	145 e 146	1608-2/2022	107564437627e6
Viga Longarina	VL14	8	13/4/22	11/5/22	28	35 MPa	147 e 148	-	1608-2/2022	107564437627e6
Viga Longarina	VL9	8	20/4/22	18/5/22	28	35 MPa	149 e 150	-	1767-2/2022	19308120856286
Viga Longarina	VL2	8	22/4/22	20/5/22	28	35 MPa	151 e 152	-	1768-2/2022	169401915628b6
Viga Longarina	VL8	8	29/4/22	27/5/22	28	35 MPa	153 e 154	153	1819-2/2022	19482339456296
Viga Longarina	VL1	8	29/4/22	27/5/22	28	35 MPa	155 e 156	-	1819-2/2022	19482339456296
Pré-laje Tipo 1	26 und		3/5/22	31/5/22	28	25 MPa	157	-	1895-2/2022	18323243696296
Blocos e Viga Travamento	Eixo 2	9	4/5/22	1/6/22	28	25 MPa	158 a 160	159	1901-2/2022	157450133162a3
Pré-laje Tipo 1	1 und		4/5/22	1/6/22	28	25 MPa	160	-	1901-2/2022	157450133162a3
Viga Coroamento	Eixo 1	9	6/5/22	3/6/22	28	25 MPa	161 a 165	-	2008-2/2022	1950742730629a
Pré-laje Tipo 1	21 und		6/5/22	3/6/22	28	25 MPa	165	-	2008-2/2022	1950742730629a
Viga Longarina	VL8	9	6/5/22	3/6/22	28	35 MPa	166 e 167	166 e 167	2008-2/2022	1950742730629a
Pré-laje Tipo 1	24 und		11/5/22	8/6/22	28	25 MPa	168	-	2123-2/2022	148745656162a3



Elemento Concretado	Descrição	OAE	Data Moldagem	Data Ensaio	Idade dos CP's	Resistência Projeto (f_{ck})	Série dos Exemplares	Exemplares Não Conformes	Relatório Ensaio IST/DF	Cód. Autenticidade
Viga Longarina	VL9	9	13/5/22	10/6/22	28	35 MPa	169 e 170	-	2153-2/2022	14565314362a86
Viga Longarina	VL14	9	14/5/22	10/6/22	27	35 MPa	171 e 172	172	2154-2/2022	53998397462a86
Blocos e Viga Travamento	Eixo 2	8	14/5/22	10/6/22	27	25 MPa	173 a 176	-	2155-2/2022	23590787562a86
Pré-laje Tipo 1	12 ou 13 und		14/5/22	10/6/22	27	25 MPa	176	-	2155-2/2022	23590787562a86
Viga Coroamento	Eixo 3	9	16/5/22	13/6/22	28	25 MPa	177 a 182	177 e 182	2171-2/2022	184115159162a8
Pré-laje Tipo 1	22 und		16/5/22	13/6/22	28	25 MPa	182	182	2171-2/2022	184115159162a8
Pré-laje Tipo 1	59 und		18/5/22	15/6/22	28	25 MPa	183	183	2279-2/2022	20792474862aa3
Pré-laje Tipo 1	59 und		20/5/22	17/6/22	28	25 MPa	184	184	2313-2/2022	128206261662b0
Viga Longarina	VL1	9	20/5/22	17/6/22	28	35 MPa	185 e 186	185	2314-2/2022	196137892662b0
Pilar	P1, P2, P3 e P4	9	20/5/22	17/6/22	28	30 MPa	187 e 188	187 e 188	2315-2/2022	81081048162b08
Pré-laje Tipo 1	59 und		23/5/22	20/6/22	28	25 MPa	189	-	2334-2/2022	23210797562b1a
Pré-laje Tipo 1	59 und		25/5/22	22/6/22	28	25 MPa	190	-	2367-2/2022	127037324562b3
Viga Longarina	VL10	9	25/5/22	22/6/22	28	35 MPa	191 e 192	-	2368-2/2022	144996386862b3
Pilar	P1, P2, P3 e P4	8	25/5/22	22/6/22	28	30 MPa	193 e 194	-	2369-2/2022	185579762762b3
Alas e Cortina	Eixo 1	9	26/5/22	23/6/22	28	25 MPa	195 e 196	-	2370-2/2022	174476257662b5
Pré-laje Tipo 1	54 und		27/5/22	24/6/22	28	25 MPa	197	-	2416-2/2022	143226042762b9
Pré-laje Tipo 1	60 und		30/5/22	27/6/22	28	25 MPa	198	-	2417-2/2022	67310327262ba0
Pré-laje Tipo 1	60 und		31/5/22	28/6/22	28	25 MPa	199	-	2418-2/2022	99613418462bb6
Mesa da Viga Longarina	VL9	8	31/5/22	28/6/22	28	35 MPa	200	-	2420-2/2022	86709487862bb6
Viga Longarina	VL13	9	31/5/22	28/6/22	28	35 MPa	200 e 201	-	2420-2/2022	86709487862bb6
Alas e Cortina	Eixo 3	9	31/5/22	28/6/22	28	25 MPa	202 e 203	-	2421-2/2022	166134778162bb



Elemento Concretado	Descrição	OAE	Data Moldagem	Data Ensaio	Idade dos CP's	Resistência Projeto (f_{ck})	Série dos Exemplares	Exemplares Não Conformes	Relatório Ensaio IST/DF	Cód. Autenticidade
Pré-laje Tipo 1	31 und		2/6/22	30/6/22	28	25 MPa	204	-	2538-2/2022	172293601562bf
Viga Longarina	VL11	9	4/6/22	29/6/22	25	35 MPa	205 e 206	-	2583-2/2022	16925997562bcb
Viga Longarina	VL2	9	4/6/22	29/6/22	25	35 MPa	207 e 208	-	2583-2/2022	16925997562bcb
Viga Coroamento	Eixo 3	8	4/6/22	29/6/22	25	25 MPa	209 a 213	209, 210 e 213	2584-2/2022	83451005162bcb
Pré-laje Tipo 1	29 und		7/6/22	5/7/22	28	25 MPa	214	-	2604-2/2022	119880478562c6
Viga Longarina	VL7	9	9/6/22	29/6/22	20	35 MPa	215 e 216	-	2624-3/2022	55510664862bca
Viga Coroamento	Eixo 1	8	9/6/22	29/6/22	20	25 MPa	217 a 221	-	2625-3/2022	101742836662bf
Pré-laje Tipo 1	50 und		9/6/22	29/6/22	20	25 MPa	222	-	2625-3/2022	101742836662bf
Pré-laje Tipo 1	64 und		11/6/22	8/7/22	27	25 MPa	223	-	2657-3/2022	76475345562c89
Viga Longarina	VL3	9	11/6/22	8/7/22	27	35 MPa	224 e 225	-	2658-3/2022	47901453962c89
Viga Longarina	VL12	9	13/6/22	11/7/22	28	35 MPa	226 e 227	227	2760-2/2022	190155748862cd
Alas e Cortina	Eixo 3	8	14/6/22	12/7/22	28	25 MPa	228 e 229	-	2773-2/2022	112662326462d0
Pré-laje Tipo 1	49 und		14/6/22	12/7/22	28	25 MPa	230	-	2773-2/2022	112662326462d0
Pré-laje Tipo 1	58 und		17/6/22	15/7/22	28	25 MPa	231	-	2850-3/2022	47266384662d1b
Viga Longarina	VL5	9	18/6/22	15/7/22	27	35 MPa	232 e 233	-	2867-3/2022	74815558262d1b
Viga Longarina	VL6	9	18/6/22	15/7/22	27	35 MPa	234 e 235	-	2867-3/2022	74815558262d1b
Pré-laje Tipo 1	4 und		18/6/22	15/7/22	27	25 MPa	235	-	2867-3/2022	74815558262d1b
Viga Longarina	VL4	9	20/6/22	18/7/22	28	35 MPa	236 e 237	-	2945-3/2022	135473641762d6
Viga Travessa	Eixo 2	9	20/6/22	18/7/22	28	30 MPa	238 a 242	-	2946-3/2022	58429675462d6d
Pré-laje Tipo 1	58 und		21/6/22	19/7/22	28	25 MPa	243	-	2955-3/2022	106822207662d7
Viga Travessa	Eixo 2	8	23/6/22	21/7/22	28	30 MPa	244 a 248	-	2965-3/2022	171468040362da
Pré-laje Tipo 1	16 und		23/6/22	21/7/22	28	25 MPa	248	-	2965-3/2022	171468040362da



Elemento Concretado	Descrição	OAE	Data Moldagem	Data Ensaio	Idade dos CP's	Resistência Projeto (f_{ck})	Série dos Exemplares	Exemplares Não Conformes	Relatório Ensaio IST/DF	Cód. Autenticidade
Alas e Cortina	Eixo 1	8	24/6/22	22/7/22	28	25 MPa	249 e 250	-	2966-3/2022	42281385362de9
Pré-laje Tipo 1			24/6/22	22/7/22	28	25 MPa	250	-	2966-3/2022	42281385362de9
Pré-laje Tipo 1	64 und		27/6/22	25/7/22	28	25 MPa	253	253	3044-3/2022	126276185362df
Pré-laje Tipo 1	64 und		29/6/22	27/7/22	28	25 MPa	255	-	3046-3/2022	122570281562e2
Pré-laje Tipo 1	41 und		1/7/22	29/7/22	28	25 MPa	257	-	3284-3/2022	204353998662e7
Pré-laje Tipo 2	8 und		1/7/22	29/7/22	28	25 MPa	257	-	3284-3/2022	204353998662e7
Viga Transversina	T2 (Eixo 2-1) e T4 (Eixo 3)	8	8/7/22	5/8/22	28	35 MPa	258	-	3318-2/2022	68930302762ee6
Viga Transversina	T2 (Eixo 2-1) e T4 (Eixo 3)	9	8/7/22	5/8/22	28	35 MPa	259	259	3318-2/2022	68930302762ee6
Pré-laje Tipo 2	40 und		5/7/22	2/8/22	28	25 MPa	260	-	3405-2/2022	180701749962ea
Viga Transversina	T1 (Eixo 1) e T3 (Eixo 2-3)	9	15/7/22	12/8/22	28	35 MPa	261	-	3487-2/2022	89619368563037
Viga Transversina	T1 (Eixo 1) e T3 (Eixo 2-3)	8	15/7/22	12/8/22	28	35 MPa	262	-	3487-2/2022	89619368563037
Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	8	28/7/22	25/8/22	28	35 MPa	263 a 272	267, 270, 271 e 272	3739-2/2022	943349126630ca
Pré-laje Tipo 1	3 und	-	28/7/22	25/8/22	28	25 MPa	272	-	3739-2/2022	943349126630ca
Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	8	30/7/22	26/8/22	27	35 MPa	273 a 283	277, 279, 281 e 282	3740-2/2022	579154465630d1
Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	9	5/8/22	2/9/22	28	35 MPa	285 a 295	286, 287, 290, 293, 294 e 295	3930-2/2022	9867162996319f
Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	16/8/22	13/9/22	28	25 MPa	296 a 299	296, 297, 298 e 299	4132-2/2022	7346026316320c
Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	17/8/22	14/9/22	28	35 MPa	300 a 310	301, 302, 303, 306, 307, 308, 309 e 310	4133-2/2022	365667073633eb



Elemento Concretado	Descrição	OAE	Data Moldagem	Data Ensaio	Idade dos CP's	Resistência Projeto (f_{ck})	Série dos Exemplares	Exemplares Não Conformes	Relatório Ensaio IST/DF	Cód. Autenticidade
Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	9	19/8/22	16/9/22	28	25 MPa	312 a 316	316	4228-2/2022	12862329166329

Em maiores detalhes, os casos de não conformidade indicados na coluna “Exemplares Não Conformes” da Tabela 2.1 apresentaram os seguintes **percentuais de variação de resistência do concreto (Δ)**, quando comparadas a resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) especificada no projeto estrutural e a resistência característica estimada ($f_{ck,est}$) obtida nos ensaios:

Tabela 2.2 – Casos de não conformidade, segundo a NBR 12655 da ABNT.

Exemplares IST/DF Não Conformes	Idade dos CP's	Elemento Concretado	Descrição	OAE	Resistência Projeto (f_{ck})	Resistência Ensaio ($f_{ck,est}$)	Variação Resistência Concreto (Δ)
19	27 dias	Estação	E11	8	30 MPa	25,6 MPa	-14,67%
30	28 dias	Estação	E10	8	30 MPa	27,4 MPa	-8,67%
31	28 dias	Estação	E10	8	30 MPa	29,0 MPa	-3,33%
32	28 dias	Estação	E10	8	30 MPa	28,2 MPa	-6,00%
33	28 dias	Estação	E10	8	30 MPa	28,2 MPa	-6,00%
34	28 dias	Estação	E10	8	30 MPa	29,2 MPa	-2,67%
73	28 dias	Estação	E6	9	30 MPa	27,3 MPa	-9,00%
74	28 dias	Viga Longarina	VL4 e VL5	8	35 MPa	34,9 MPa	-0,29%
121	28 dias	Estação	E6	8	30 MPa	29,4 MPa	-2,00%
139	28 dias	Viga Longarina	VL12	8	35 MPa	32,2 MPa	-8,00%
140	28 dias	Viga Longarina	VL12	8	35 MPa	29,0 MPa	-17,14%
145	28 dias	Viga Longarina	VL3	8	35 MPa	32,0 MPa	-8,57%
146	28 dias	Viga Longarina	VL3	8	35 MPa	29,4 MPa	-16,00%
153	28 dias	Viga Longarina	VL8	8	35 MPa	32,9 MPa	-6,00%
159	28 dias	Blocos e Viga Travamento	Eixo 2	9	25 MPa	24,5 MPa	-2,00%
166	28 dias	Viga Longarina	VL8	9	35 MPa	31,9 MPa	-8,86%
167	28 dias	Viga Longarina	VL8	9	35 MPa	34,9 MPa	-0,29%



Exemplares IST/DF Não Conformes	Idade dos CP's	Elemento Concretado	Descrição	OAE	Resistência Projeto (f_{ck})	Resistência Ensaio ($f_{ck,est}$)	Variação Resistência Concreto (Δ)
172	27 dias	Viga Longarina	VL14	9	35 MPa	33,0 MPa	-5,71%
177	28 dias	Viga Coroamento	Eixo 3	9	25 MPa	23,9 MPa	-4,40%
182	28 dias	Viga Coroamento	Eixo 3	9	25 MPa	21,2 MPa	-15,20%
182	28 dias	Pré-laje Tipo 1	22 und	?	25 MPa	21,2 MPa	-15,20%
183	28 dias	Pré-laje Tipo 1	59 und	?	25 MPa	23,9 MPa	-4,40%
184	28 dias	Pré-laje Tipo 1	59 und	?	25 MPa	20,3 MPa	-18,80%
185	28 dias	Viga Longarina	VL1	9	35 MPa	31,9 MPa	-8,86%
187	28 dias	Pilar	P1, P2, P3 e P4	9	30 MPa	25,3 MPa	-15,67%
188	28 dias	Pilar	P1, P2, P3 e P4	9	30 MPa	25,4 MPa	-15,33%
209	25 dias	Viga Coroamento	Eixo 3	8	25 MPa	23,8 MPa	-4,80%
210	25 dias	Viga Coroamento	Eixo 3	8	25 MPa	21,7 MPa	-13,20%
213	25 dias	Viga Coroamento	Eixo 3	8	25 MPa	21,6 MPa	-13,60%
227	28 dias	Viga Longarina	VL12	9	35 MPa	33,2 MPa	-5,14%
253	28 dias	Pré-laje Tipo 1	64 und	?	25 MPa	22,8 MPa	-8,80%
259	28 dias	Viga Transversina	T2 (Eixo 2-1) e T4 (Eixo 3)	9	35 MPa	33,6 MPa	-4,00%
267	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	8	35 MPa	33,6 MPa	-4,00%
270	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	8	35 MPa	30,2 MPa	-13,71%
271	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	8	35 MPa	31,9 MPa	-8,86%
272	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	8	35 MPa	27,1 MPa	-22,57%
277	27 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	8	35 MPa	33,5 MPa	-4,29%
279	27 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	8	35 MPa	31,2 MPa	-10,86%



Exemplares IST/DF Não Conformes	Idade dos CP's	Elemento Concretado	Descrição	OAE	Resistência Projeto (f_{ck})	Resistência Ensaio ($f_{ck,est}$)	Varição Resistência Concreto (Δ)
281	27 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	8	35 MPa	30,5 MPa	-12,86%
282	27 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	8	35 MPa	33,0 MPa	-5,71%
286	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	9	35 MPa	32,8 MPa	-6,29%
287	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	9	35 MPa	34,8 MPa	-0,57%
290	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	9	35 MPa	32,0 MPa	-8,57%
293	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	9	35 MPa	28,4 MPa	-18,86%
294	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	9	35 MPa	33,5 MPa	-4,29%
295	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 1-2	9	35 MPa	29,7 MPa	-15,14%
296	28 dias	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25 MPa	24,6 MPa	-1,60%
297	28 dias	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25 MPa	23,5 MPa	-6,00%
298	28 dias	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25 MPa	19,1 MPa	-23,60%
299	28 dias	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25 MPa	22,7 MPa	-9,20%
301	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	30,8 MPa	-12,00%
302	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	30,3 MPa	-13,43%
303	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	34,2 MPa	-2,29%
306	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	30,5 MPa	-12,86%
307	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	31,4 MPa	-10,29%
308	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	28,4 MPa	-18,86%
309	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	32,6 MPa	-6,86%

Exemplares IST/DF Não Conformes	Idade dos CP's	Elemento Concretado	Descrição	OAE	Resistência Projeto (f_{ck})	Resistência Ensaio ($f_{ck,est}$)	Variação Resistência Concreto (Δ)
310	28 dias	Laje Tabuleiro	Eixo 2-3	9	35 MPa	30,8 MPa	-12,00%
316	28 dias	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	9	25 MPa	20,7 MPa	-17,20%

A saber, os supracitados percentuais de variação de resistência do concreto (Δ) foram obtidos da seguinte maneira:

$$\Delta(\%) = \frac{f_{ck,est} - f_{ck}}{f_{ck}} \cdot 100 \quad (2.1)$$

Observe-se da Eq. (2.1) que Δ será positivo quando houver acréscimo de resistência do concreto ($f_{ck,est} > f_{ck}$), e negativo quando houver redução de resistência do concreto ($f_{ck,est} < f_{ck}$). Como em todas as ocorrências da Tabela 2.2 a variação de resistência do concreto foi negativa ($\Delta < 0$), diz-se que **em todos os casos houve redução de resistência do concreto**.

Ademais, a Eq. (2.1) pode ser rearranjada da seguinte forma:

$$f_{ck,est} = \left[\frac{\Delta(\%)}{100} + 1 \right] f_{ck} \quad (2.2)$$

Pois bem, diante de não conformidades, consoante introduzido no subitem III.1 do Anexo III, devem ser adotadas ações corretivas de modo a resolvê-las, bem como eliminar as suas causas e prevenir a sua repetição.

Nesse sentido, à luz da NBR 12655 da ABNT, em caso de existência de não conformidade, isto é, de redução de resistência do concreto ($\Delta < 0$ ou $f_{ck,est} < f_{ck}$), deve-se seguir os procedimentos descritos na NBR 7680-1 da ABNT, que trata da extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos[2.1] de estruturas de concreto, para fins de obtenção da resistência à compressão axial. Ou seja, confirmada a resistência abaixo do f_{ck} a partir do controle por corpos de prova moldados, deve-se passar à análise da resistência efetiva desse concreto, **podendo** ser necessária a extração de testemunhos.

Apesar do rigor da norma brasileira, diante dos casos de não conformidade da Tabela 2.2 e do adendo feito no subitem III.4.2 do Anexo III, o qual é balizado nos ensinamentos de Fusco (1976b) e de Helene e Terzian (1992), a equipe de auditoria defende que o foco investigativo deve incidir apenas sobre aqueles **mais significativos**, em que a redução de

resistência do concreto supera 10%, isto é, $\Delta < -10\%$ ou $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$, pois, como adverte Fusco (1976b, p 241), sempre que resultar $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$, “*não se procederá à aceitação automática do concreto e, portanto, a estrutura executada também não será automaticamente aceita*”.

Portanto, com base nesse adendo, passa-se agora à evidenciação dos elementos estruturais com redução da resistência do concreto, com ênfase naqueles em que ela foi significativa.

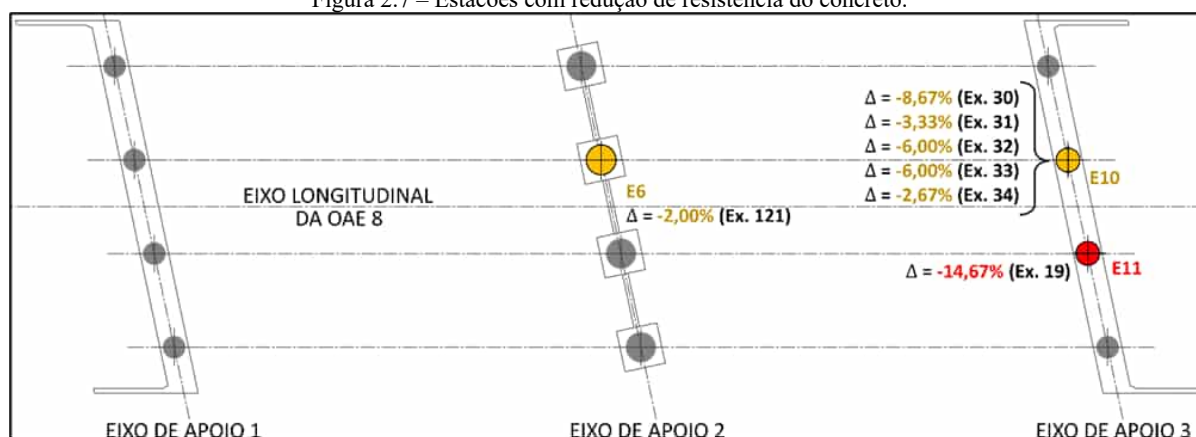
Elementos da infraestrutura com redução de resistência do concreto

Estações

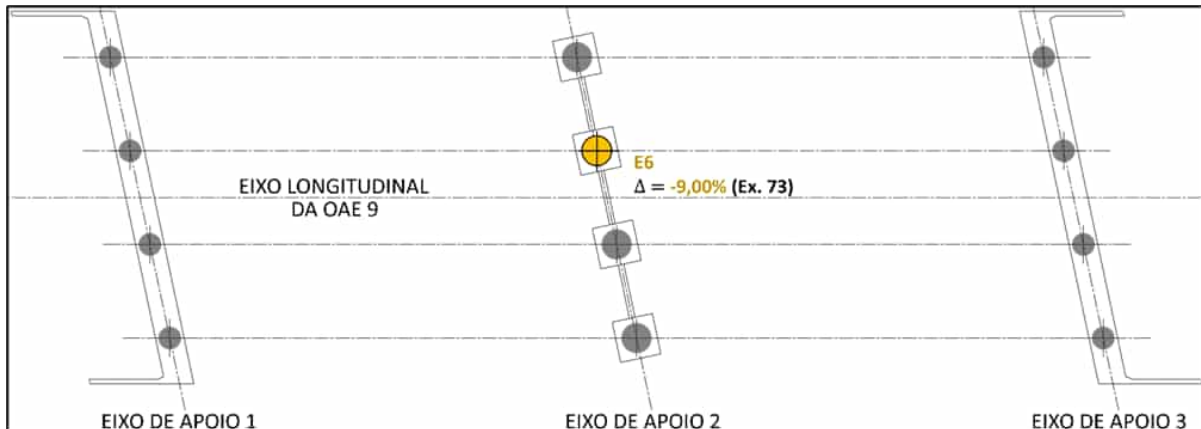
Os estações cujos exemplares (Ex.) do IST/DF forneceram resultados de redução de resistência do concreto ($\Delta < 0$) em relação à especificada no projeto estão mostrados na Figura 2.7.

Atente-se que os elementos destacados em amarelo (Estação E6 – OAE 8 e 9 e Estação E10 – OAE 8) representam situações em que não poderá haver aceitação automática do concreto no estado endurecido, segundo o que preconiza a NBR 12655 da ABNT ($f_{ck,est} < f_{ck}$). Já o elemento em vermelho (Estação E11 – OAE 8) é um caso mais significativo em que $\Delta < -10\%$, ou seja, $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$.

Figura 2.7 – Estações com redução de resistência do concreto.



(a) Vista em planta da OAE 8.



(b) Vista em planta da OAE 9.

Fonte: Adaptado da "FOLHA 04/16", do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 211).

Estação E11 (OAE 8)

Segundo o Relatório de Ensaio N° 978-2/2022 do IST/DF (Figura 2.8), um dos exemplares referentes ao Estação E11 (OAE 8) – o Exemplar 19, moldado no dia 5/3/2022 e rompido no dia 1/4/2022 (27 dias depois) – apresentou resistência de ensaio $f_{ck,est} = 25,6 MPa$, quando a resistência de projeto era $f_{ck} = 30 MPa$.

Figura 2.8 – Laudo de resistência do concreto do Estação E11 (OAE 8) elaborado pelo IST/DF.

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial PELO FUTURO DO TRABALHO		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO			INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO		Tribuna ABNT NBR MATERIAIS CRL 1294	
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio Nº 978-2/2022								
Código de autenticidade: 329604330624b1								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 --- Brasília / DF				Contrato Nº 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CIPLAN			Local de concretagem ESTACA 04 OAE 08 ESTACA 11 OAE 08			Fck especificado 30,0 MPa		
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova		
05/03/2022		09/03/2022		01/04/2022		Retífica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados	
					27			
					Resistência (MPa)			
16	81459	720102	99.2	198.9	46.6	46.6	ESTACA 11 OAE 08	
		720101	99.3	199.0	44.0			
17	81460	720054	99.1	198.9	45.4	45.4	ESTACA 11 OAE 08	
		720053	99.3	199.7	41.5			
18	81461	720058	99.3	199.0	45.2	45.2	ESTACA 11 OAE 08	
		720057	99.3	198.8	40.8			
19	81462	720064	99.2	199.0	25.6	25.6	ESTACA 11 OAE 08	
		720063	99.2	198.9	25.5			
20	81463	720066	99.2	198.9	33.6	33.6	ESTACA 11 OAE 08	
		720065	99.3	198.8	29.3			

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 329604330624b1.

Só que, como as resistências características do concreto à compressão (f_{ck}) indicadas em projeto referem-se, por padrão, à idade de 28 dias[2.18], é preciso saber qual a resistência que seria esperada aos 27 dias, dado que esta acabou sendo a idade de controle do IST/DF[2.19].

Assim, ao recorrer à NBR 6118 da ABNT[2.20], é possível obter a resistência do concreto quando a verificação se faz em data inferior a 28 dias, mediante a seguinte expressão:

$$f_{ckj} = \beta_1 \cdot f_{ck} \quad (2.3)$$

sendo β_1 dado por:

$$\beta_1 = e^s \left[1 - \left(\frac{28}{j} \right)^{0,5} \right] \quad (2.4)$$



onde:

$s = 0,38$ para concreto de cimento Portland de alto-forno (CP III) e pozolânico (CP IV);

$s = 0,25$ para concreto de cimento Portland comum (CP I) e composto (CP II);

$s = 0,20$ para concreto de cimento Portland de alta resistência inicial (CP V-ARI); e

j é a idade efetiva do concreto (expressa em dias).

Como se nota da Eq. (2.4), a evolução da resistência do concreto com o tempo depende do tipo de cimento. Acontece que a equipe de auditoria não teve acesso à carta de traço [2.21], exigida pela NBR 6122 da ABNT, para o controle do concreto das estacas escavadas com uso de fluido estabilizante [2.22], de modo a saber qual o tipo de cimento fora exigido pelo executante para a produção do concreto dos estações. Sem embargo, será admitido o emprego de cimento CP I ou CP II, que são utilizados para obras de construção civil em geral.

Logo, considerando $s = 0,25$ na Eq. (2.4), e sabendo que $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, é possível obter a resistência esperada do concreto aos 27 dias (f_{ck27}) por meio da Eq. (2.3):

$$f_{ck27} = e^{0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{27}\right)^{0,5}\right]} \cdot 30 = 29,86 \text{ MPa} \quad (2.5)$$

De onde se nota que a resistência obtida no ensaio realizado pelo IST/DF para o Exemplar 19 ($f_{ck,est} = 25,6 \text{ MPa}$) é **14,27% menor** do que a resistência esperada aos 27 dias ($f_{ck27} = 29,86 \text{ MPa}$), configurando um caso de não conformidade por redução de resistência do concreto e que, pelo fato de ter havido uma redução significativa ($\Delta = -14,27\%$), julga-se que o elemento precisa ser avaliado pelos projetistas.

Eis que, à procura de informações adicionais, ao recorrer ao laudo de resistência do concreto do Estação E11 (OAE 8) produzido pela supervisora, verificou-se que foram realizados ensaios de contraprova apenas para a idade de 7 dias (Figura 2.9).

Figura 2.9 – Laudo de resistência do concreto do Estação E11 (OAE 8) elaborado pela supervisora.

JPS		FUTURE												
Geotecnia - Construções		ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA												
LAUDO DE CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 5738)														
FIRMA: ETERC				RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____										
OBRA: VIADUTO DA EPIG														
Nº corpo prova	Nº Nota	Fornecedor	Caminhão Betoneira	Slump (mm)	Horário		Peça Estrutural	Hora Moldagem (h)	Qtd C.P.	Data		Rompimento Dias	Carga (t)	Pressão de ruptura (Mpa)
					Início Descar	Final Descar				Moldagem	Ruptura			
25	811459	CIPLAN	JKE 3673		16:08	16:21	Estaca 11 - OAE 8	16:00	2	05/03/22	12/03/22	7	28,3	36,0
26										02/04/22	28	0,0		
27	81460	CIPLAN	LMS 5682		16:25	16:48	Estaca 11 - OAE 8	16:12	2	05/03/22	12/03/22	7	27,8	35,4
28										02/04/22	28	0,0		
29	81461	CIPLAN	LTR 9E77		17:20	17:35	Estaca 11 - OAE 8	17:11	2	05/03/22	12/03/22	7	25,8	32,9
30										02/04/22	28	0,0		
31	81462	CIPLAN	JRE 4874		17:38	17:50	Estaca 11 - OAE 8	17:25	2	05/03/22	12/03/22	7	12,9	16,4
32										02/04/22	28	0,0		
33	81463	CIPLAN	OYU 4481		18:00	18:20	Estaca 11 - OAE 8	17:46	2	05/03/22	12/03/22	7	16,4	20,9
34										02/04/22	28	0,0		

Fonte: “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 09 (RAO 09)”, de 3/2022 (SEI nº 85122835, p. 170).

Não se sabe a razão para a supervisora não ter realizado o ensaio aos 28 dias, haja vista ser esta a data de referência da resistência especificada em projeto [2.18]. Inobstante, é possível notar da Figura 2.9 que o Corpo de Prova 31 da supervisora (da mesma betonada do Exemplar 19 do IST/DF, da Figura 2.8, haja vista a mesma numeração da nota fiscal) já indicava que a resistência aos 7 dias ($f_{ck7} = 16,4 \text{ MPa}$) estava muito aquém das resistências de mesma idade dos outros quatro exemplares (36,0 MPa, 35,4 MPa, 32,9 MPa e 20,9 MPa).

Inclusive, admitindo-se que o concreto fora produzido com um cimento Portland CP I ou CP II, a partir das Eqs. (1.3) e (1.4), seria esperado que o concreto do Estação E11 (OAE 8) tivesse uma resistência aos 7 dias de cerca de $f_{ck7} = 23,4 \text{ MPa}$. Ou seja, com essa análise já seria possível à supervisora obter um indício de que o Exemplar 31 não atingiria a resistência de projeto, motivando que novo ensaio fosse procedido aos 28 dias para confirmação.

Há que se notar também que, não bastando a idade de controle ter sido apenas aos 7 dias, a supervisora não moldou exemplares com dois corpos de prova, como manda a NBR 12655 da ABNT [2.23], mas ensaiou apenas um corpo de prova e adotou esse único resultado

como o $f_{ck,est}$ da betonada. Isso pode ser percebido na Figura 2.9, em que a numeração sequencial se refere a corpos de prova individuais e não a exemplares (com pares de corpos de prova).

A equipe de auditoria entende que o “*mínimo de 50% para cada ensaio estipulado em normas vigentes*” exigido no Termo de Referência – SODF/SUPOP, de 6/3/2020 (SEI nº 36635316), não significa ensaiar apenas um corpo de prova, tampouco apenas aos 7 dias. Com base no comando da NBR 12655 da ABNT, a supervisora poderia cumprir a exigência editalícia exercendo o controle estatístico do concreto por **amostragem parcial**, ao invés do controle por amostragem total exercido pelo IST/DF a mando do executante. Dessa feita, seria possível a supervisora, por exemplo, moldar exemplares com dois corpos de prova caminhão-betoneira sim, caminhão betoneira não, e ensaiá-los aos 28 dias.

É importante destacar que, apesar de o Exemplar 19 do IST/DF ser um caso de não conformidade, ele é apenas um dentre cinco, quais sejam, os Exemplares 16 a 20 (Tabela 2.1). Significa dizer que dos cinco caminhões-betoneiras necessários para concretar o Estação E11 (OAE 8), apenas o concreto de um deles não atingiu a resistência prevista em projeto.

Ainda assim, como se trata de um caso em que a redução de resistência do concreto superou os 10% ($\Delta < -10\%$), acrescido do fato de que é um elemento estrutural submetido à flexão composta (como elucidado no subitem V.1 do Anexo V) e, mais precisamente, à flexocompressão, a equipe de auditoria entende que os projetistas estruturais deverão ser consultados para avaliar se, na profundidade de lançamento[2.24] do concreto referente ao Exemplar 19 do IST/DF, a variação da capacidade resistente do elemento denota um nível de segurança aceitável.

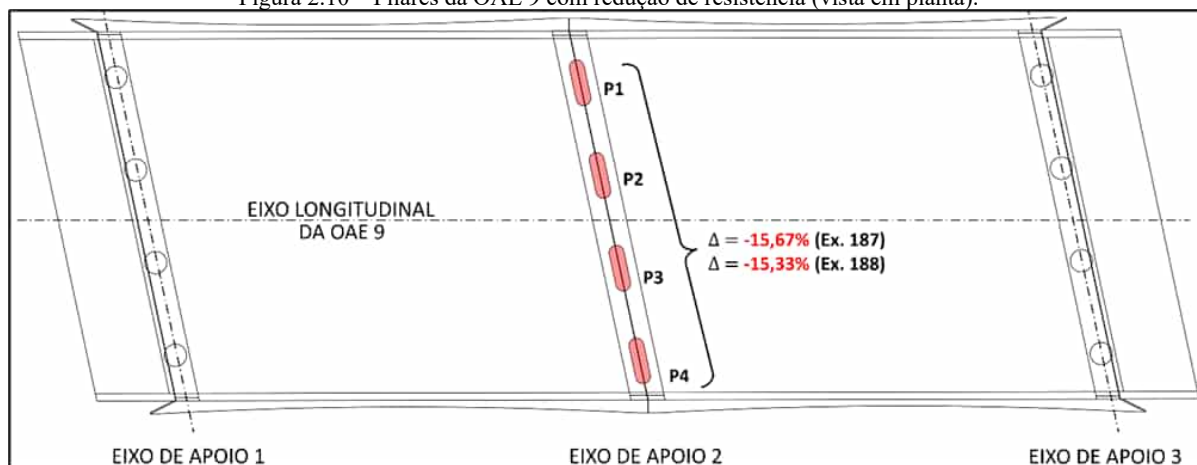
Elementos da mesoestrutura com redução de resistência do concreto

Pilares

Pilares P1 a P4 (OAE 9)

Aqui está, na opinião da equipe de auditoria, **o caso mais grave** de não conformidade detectado: os dois exemplares (Ex.) do IST/DF referentes aos concretos lançados em **todos** os Pilares (P1, P2, P3 e P4) da OAE 9 não atingiram a resistência especificada em projeto, com redução significativa de $\Delta < -10\%$ (Figura 2.10).

Figura 2.10 – Pilares da OAE 9 com redução de resistência (vista em planta).



Fonte: Adaptado da “PRANCHA 01/17”, do projeto executivo original (SEI nºs 26969403 e 38855542, p. 146).

A saber, tanto o projeto executivo original quanto o projeto executivo readequado em fase de obra exigiam $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$ (Figura 2.11).

Figura 2.11 – Especificação do concreto estrutural dos pilares prevista em projeto.

<p>1.2 Especificação de Materiais</p> <p>1.2.1 Concreto</p> <p>Superestrutura $f_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$</p> <p>Superestrutura (Guarda-rodas) $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$</p> <p>Mesoestrutura (Pilares e Travessa) $f_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$</p> <p>Infraestrutura $f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$</p> <p>Lastro $f_{ck} \geq 10 \text{ MPa}$</p>		<p>1.1 - ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS</p> <p>1.1.2 - Concreto - Mesoestrutura (Pilares e Travessas)</p> <p>Resistência Característica a Compressão do Concreto - $f_{ck} = 300 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Resistência de Cálculo a Compressão do Concreto - $f_{cd} = 214 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Resistência média a Tração do Concreto - $f_{ct,m} = 28,965 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Resistência superior a Tração do Concreto - $f_{ct,sup} = 37,654 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Resistência inferior a Tração do Concreto - $f_{ct,inf} = 20,275 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - $f_{ctd} = 14,482 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Módulo de Elasticidade Inicial do Concreto - $E_{ci} = 306.725 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Módulo de Elasticidade Secante do Concreto - $E_{cs} = 268.384 \text{ kgf/cm}^2$</p> <p>Agregado granito e gnaisses</p> <p>Fator água cimento $A/C \leq 0,55$</p> <p>Consumo mínimo de cimento = 350 kgf/cm^3</p> <p>Coefficiente de minoração do Concreto - $\gamma_c = 1,4$</p>
--	--	--

(a) Memória de cálculo do projeto executivo original.

(b) Memória de cálculo do projeto executivo readequado.

Fonte: (a) SEI nºs 26969403 ou 38855542, p. 6; e (b) SEI nº 94287093, p. 3.

Porém, de acordo com o Relatório de Ensaio Nº 2315-2/2022 do IST/DF (Figura 2.12), ambos os exemplares do IST/DF – moldados no dia 20/5/2022 e rompidos no dia 17/6/2022 (28 dias depois) – apresentaram resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) de $25,3 \text{ MPa}$ e $25,4 \text{ MPa}$, isto é, resistências **15,67% e 15,33% aquém** da exigida em projeto. Logo, como as reduções das resistências do concreto são significativas ($\Delta < -10\%$), entende-se que os projetistas precisarão ser consultados.

Figura 2.12 – Laudo de resistência do concreto dos Pilares P1, P2, P3 e P4 (OAE 9) elaborado pelo IST/DF.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio Nº 2315-2/2022							
Código de autenticidade: 81081048162b08							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasilia / DF				Contrato Nº 8/2022	
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON				Local de concretagem PILARES DO 1,2,3 E 4 OAE 09		Fck especificado 30,0 MPa	
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
20/05/2022		26/05/2022		17/06/2022		Retífica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados
					28		
187	125435	67710	98,1	199,2	25,3	25,3	PILARES DO EIXO 2 DA OAE 09 (P1, P2)
		67709	99,6	198,5	24,5		
188	125439	67714	99,8	196,5	25,4	25,4	PILARES DO EIXO 2 DA OAE 09 (P3, P4)
		67713	100	198,3	25,1		

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 81081048162b08.

Em busca de pormenores nos laudos de contraprova da supervisora (SEI nº 89184540, p. 131/146), notou-se que ela **não moldou** corpos de prova para exercer seu controle tecnológico dos Pilares P1, P2, P3 e P4 (OAE 9).

Por outro lado, no concernente à execução desses elementos *in loco*, observou-se da “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 89184549, p. 46) que a concretagem dos pilares se deu no período **noturno** do dia 20/5/2022 (sexta-feira). Acerca da concretagem noturna, a NBR 14931 da ABNT dispõe que “*Se a concretagem for realizada durante a noite, o sistema de iluminação deve permitir condições de inspeção, acompanhamento de execução e controle dos serviços e promover segurança na área de trabalho.*”[2.25] Corroborando nesse sentido o fato de a própria supervisora ter consignado no Diário de Obras dos dias 17 e 19/5/2022, por exemplo, “*a importância de tentar evitar-se a realização de concretagens noturnas de peças estruturais, com o intuito de minimizar os riscos que podem afetar tanto a qualidade dos produtos, quanto aos acidentes de trabalho*” (SEI nº 88847818, p. 4 e 6).

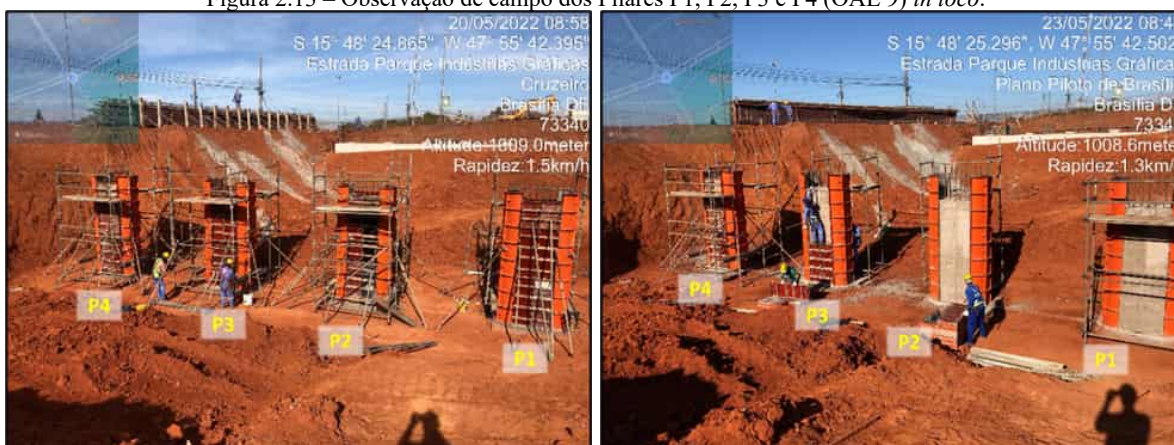
Ademais, quanto ao período de tempo para transporte, lançamento[2.24] e adensamento[2.26] do concreto, ao analisar a “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE*

CONCRETAGEM’ da supervisora (SEI nº 89184549, p. 46), percebe-se que o primeiro caminhão-betoneira (Placa REL5165 e Nota Fiscal 125435) saiu da usina às 17:33 e chegou no canteiro às 18:12, tendo iniciado a descarga às 19:33 e terminado às 20:32, perfazendo um período de tempo total de **179 min** desde a primeira adição de água. Já em relação ao segundo caminhão-betoneira (Placa JKN7514 e Nota Fiscal 125439), somente há informações completas quanto ao período de tempo de transporte, com saída da usina às 18:30 e chegada no canteiro às 18:54. Quanto ao período de tempo para operações de lançamento e adensamento do concreto, o relato da supervisora apenas indica que a descarga se iniciou às 20:35.

Sobre isso, é preciso saber que a NBR 7212 da ABNT (que dispõe acerca do preparo, fornecimento e controle do concreto dosado em central), orienta que o período de tempo **máximo** para essas operações com emprego de caminhão-betoneira deve ser de **150 min**, contado a partir do início da mistura, em que houve a primeira adição de água[2.27]. A norma enfatiza ainda que outros períodos de tempo podem ser utilizados, desde que devidamente estudados com a utilização de aditivos apropriados[2.28]. Porém, a equipe de auditoria não identificou, nos documentos constantes dos autos, qualquer registro de utilização de aditivos para viabilizar a permanência do concreto no balão do caminhão-betoneira pelo tempo adicional de quase 30 min, além do prescrito em norma.

Nesse dia, a equipe de auditoria não conseguiu acompanhar a concretagem, pois esteve no canteiro apenas no período matutino (Figura 2.13a), em que todo o sistema de fôrmas e escoramento dos pilares já estava pronto, à espera da concretagem. A equipe de auditoria somente retornou a campo no dia 23/5/2022 pela manhã (segunda-feira), quando os pilares já estavam sendo desformados (Figura 2.13b), e na manhã do dia 24/5/2022 (terça-feira), quando já estavam totalmente desformados (Figura 2.13c).

Figura 2.13 – Observação de campo dos Pilares P1, P2, P3 e P4 (OAE 9) *in loco*.



(a) Fôrma e escoramento concluídos.

(b) Desforma em andamento.



(c) Desforma total.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Além dos fatores supracitados, também é oportuno destacar que, como a principal missão dos pilares é canalizar as ações[2.29] que atuam sobre a superestrutura em direção à fundação da obra, eles constituem elementos de **grande responsabilidade resistente sobre o sistema estrutural como um todo** (MONTROYA, 2009, p. 261). Acresça-se a isso o fato de serem peças em que as forças normais de compressão são preponderantes[2.6], razão pela qual dependem sobremaneira da resistência à compressão do concreto.

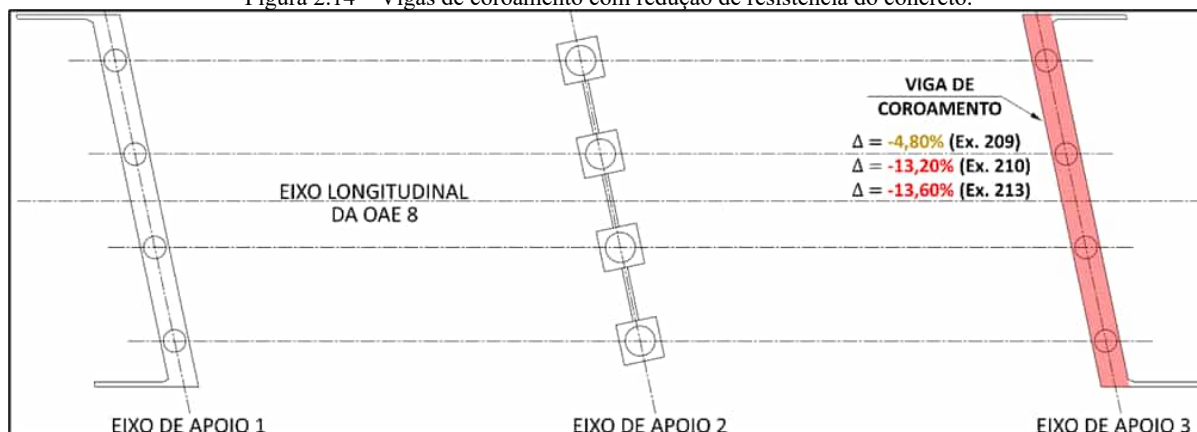
De acordo com Montoya (2009, p. 171), “*A diminuição da segurança estrutural causada por uma redução da resistência do concreto é diferente para elementos comprimidos (pilares) e para elementos conectados (vigas, lajes e paredes), sendo muito maior no primeiro caso do que no segundo.*” Isso porque “*o concreto tem participação diferente na capacidade resistente final, segundo o tipo de esforço principal a que os componentes estruturais estão submetidos*”. Dessa forma, “*em peças fortemente comprimidas ou cisalhadas sua importância é maior*”, já “*em peças fletidas ou torcidas é menor*”. (HELENE, 1992, p. 304)

Portanto, nos pilares, que são peças fortemente comprimidas, o concreto tem maior importância na capacidade resistente (segurança) do que nas lajes e nas vigas, que são elementos submetidos à flexão simples.

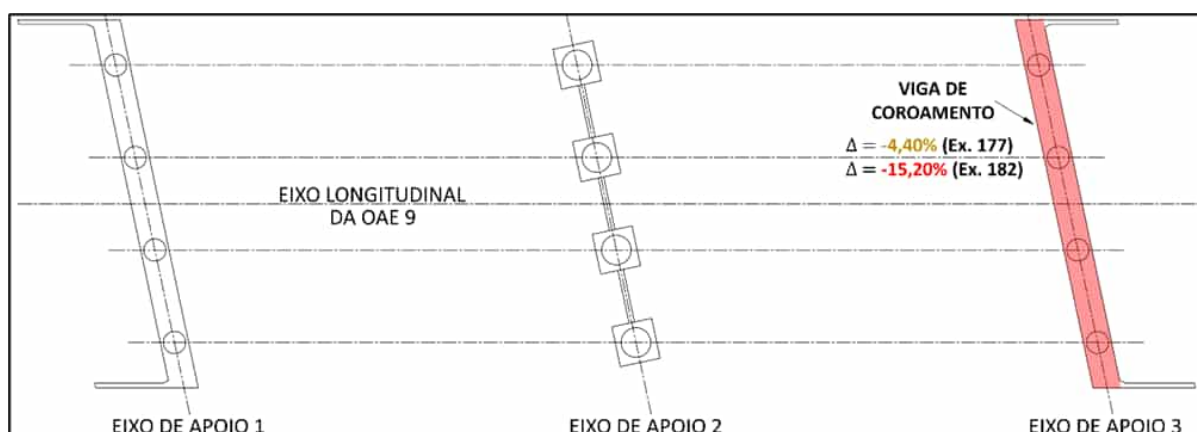
Vigas de Coroamento

As vigas de coroamento cujos exemplares (Ex.) do IST/DF forneceram resultados de redução de resistência do concreto em relação à especificada no projeto ($\Delta < 0$ ou $f_{ck,est} < f_{ck}$) estão mostradas na Figura 2.14. Note-se que tanto na OAE 8 quanto na OAE 9 os elementos que tiveram reduções significativas de resistência do concreto ($\Delta < -10\%$) estão situados no Eixo 3.

Figura 2.14 – Vigas de coroamento com redução de resistência do concreto.



(a) Vista em planta da OAE 8.



(b) Vista em planta da OAE 9.

Fonte: Adaptado da “FOLHA 04/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 211).

Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9)

A começar pela OAE 9, consoante o Relatório de Ensaio N° 2171-2/2022 do IST/DF (Figura 2.15), dos seis exemplares do IST/DF referentes à Viga de Coroamento (Eixo 3) – moldados no dia 16/5/2022 e rompidos no dia 13/6/2022 (28 dias depois) – apenas os Exemplares 177 e 182 apresentaram resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) de 23,9 MPa e 21,2 MPa, isto é, resistências **4,40% e 15,20% aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 25$ MPa). Logo, entende-se que a redução de resistência do concreto do Exemplar 182 é significativa do ponto de vista da capacidade resistente ($\Delta < -10\%$).

Figura 2.15 – Laudo de resistência do concreto da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9) elaborado pelo IST/DF.

Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
16/05/2022		20/05/2022		13/06/2022		Retífica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP	Elementos concretados	
177	37371	68823	99.7	197.4	28	23.9	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		68822	99.5	197.5		21.7	
178	37370	68827	99.5	198.0	25.7	30.3	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		68826	98.2	198.1			
179	37372	68831	98.3	198.8	26.4	26.4	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		68830	99.9	198.5		26.1	
180	37373	63690	98.5	198.8	33.8	33.8	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		63689	97.7	197.9		33.1	
181	37374	63694	98.7	197.4	24.9	26.7	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		63693	98.5	198.9		26.7	
182	37375	63698	99.7	197.0	19.5	21.2	VIGA TRAVESSA EIXO 03 OAE 09
		63697	98.6	199.9		21.2	

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 184115159162a8.

Ao recorrer ao “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 12 (RAO 12)” de 6/2022 da supervisora, verificou-se que foram acostados os resultados dos ensaios de contraprova de apenas de cinco exemplares (10 corpos de prova ao todo) (Figura 2.16).

Figura 2.16 – Laudo de resistência do concreto da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9) elaborado pela supervisora.

JPSK		FUTURE												
Geotecnia - Construções		ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA												
LAUDO DE CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 5738)														
FIRMA: ETERC		RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____												
OBRA: VIADUTO DA EPIG														
Nº corpo prova	Nº Nota	Fornecedor	Caminhão Betoneira	Slump (mm)	Horário		Peça Estrutural	Hora Moldagem (h)	Ord. C.P.	Data		Rompimento	Carga (t)	Pressão de ruptura (Mpa)
					Início Descar	Final Descar				Moldagem	Ruptura			
285	37371	CONCRECON	REL7896	11	18:49	19:10	Viga travessa - Eixo 03 - OAE 09	18:40	2	16/05/22	13/06/22	28	21,3	27,1
286											13/06/22	28	19,6	25,0
287	37370	CONCRECON	JU9336	11	19:02	19:26	Viga travessa - Eixo 03 - OAE 09	18:40	2	16/05/22	13/06/22	28	23,0	29,2
288											13/06/22	28	25,7	32,7
289	37372	CONCRECON	REF3H42	10	19:04	19:30	Viga travessa - Eixo 03 - OAE 09	19:00	2	16/05/22	13/06/22	28	21,7	27,6
290											13/06/22	28	23,2	29,6
291	37373	CONCRECON	RELOC96	11	19:27	19:47	Viga travessa - Eixo 03 - OAE 09	19:20	2	16/05/22	13/06/22	28	29,2	37,1
292											13/06/22	28	29,2	37,2
293	37374	CONCRECON	REL7888	11	19:38	20:10	Viga travessa - Eixo 03 - OAE 09	19:30	2	16/05/22	13/06/22	28	20,2	25,7
294											13/06/22	28	19,5	24,9

Fonte: “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 12 (RAO 12)”, de 6/2022 (SEI nº 91443844, p. 13).

Da interpretação do laudo do IST/DF (Figura 2.15), entende-se que foram necessários seis caminhões-betoneiras para concretar a Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9). Só que, pelos resultados de contraprova da supervisora (Figura 2.16), verifica-se que esta colheu amostras de apenas cinco caminhões, cujos resultados indicaram, em sua totalidade, resistências acima da especificada em projeto ($\Delta > 0$ ou $f_{ck,est} > f_{ck}$).

Para ilustrar esse fato, tomando-se por base o concreto fornecido sob Nota Fiscal 37371, enquanto o Exemplar 177 do IST/DF obteve uma redução de resistência $\Delta = -4,40\%$ ($f_{ck,est} = 23,9 MPa$), o Corpo de Prova 285 da supervisora (maior do par) teve um **ganho** de resistência $\Delta = 8,40\%$ ($f_{ck,est} = 27,1 MPa$). Por outro lado, o exemplar com redução de resistência mais significativa do IST/DF – o Exemplar 182, com Nota Fiscal 37375 e $\Delta = -15,20\%$ – **não teve contraprova** por parte da supervisora. Diante disso, ainda subsiste a tese de que a Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9) apresentou redução de resistência significativa ($\Delta < -10\%$), com base no ensaio procedido pelo IST/DF.

Por sua vez, a partir do “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 11 (RAO 11)” de 5/2022, notou-se da “PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM” da supervisora (SEI nº 89184549, p. 43) que a Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9) também foi concretada no período **noturno** do dia 16/5/2022, sendo que a chegada do primeiro caminhão-betoneira (Nota Fiscal 37371) no canteiro de obras se deu às 18:48, com início do lançamento às 19:07, ao passo que o término do lançamento do sexto (e último) caminhão-betoneira (Nota Fiscal 37375) foi às 20:26.

A equipe de auditoria não conseguiu acompanhar a concretagem da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9) nesse dia, pois esteve no canteiro apenas no período matutino, em

que todo o sistema de fôrmas[2.30] da viga estava sendo finalizado (Figura 2.17a). A equipe de auditoria somente retornou a campo na manhã do dia seguinte (17/5/2022), quando por volta das 08:00 a viga de coroamento já estava sendo desformada (Figura 2.17b), tendo sido completamente removidas as fôrmas por volta das 09:00 (Figura 2.17c), ou seja, **a desforma total se deu em pouco mais de 12h.**

Figura 2.17 – Observação de campo da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9) *in loco*.



(a) Finalização do sistema de fôrma.

(b) Início da desforma em andamento.



(c) Conclusão da desforma.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Não se encontrou nos autos dos processos analisados, o plano de desforma (de responsabilidade do executante e exigido pelas NBR 14931 e 15696, ambas da ABNT[2.31]), que avaliasse tal período de retirada de fôrmas da viga.

Não obstante, quando o assunto é cura[2.32] e cuidados especiais a serem conferidos ao concreto enquanto ele não atinge o endurecimento satisfatório, a NBR 14931 da ABNT dispõe que o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais[2.33] a fim de: a) evitar a perda de água pela superfície exposta; b) assegurar uma superfície com resistência adequada; e c) assegurar a formação de uma capa superficial durável. Nessa esteira, no caso específico de elementos estruturais de superfície[2.34] (placas, chapas, cascas e pilares-parede), a norma exige que eles devem ser curados até que atinjam $f_{ck,est} \geq 15 \text{ MPa}$ [2.35].

Em acréscimo, a NBR 14931 da ABNT também preconiza que as fôrmas e os escoramentos[2.36] devem ser removidos de maneira a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura[2.37]. Por essa razão não pode haver desforma, em hipótese alguma, até que o concreto tenha adquirido **resistência suficiente** para, entre outras exigências, **resistir a danos de superfície durante a remoção**[2.38]. Também nesse diapasão, a NBR 7678 da ABNT dispõe que não se deve permitir, em nenhum caso, **desformas prematuras**, sendo que quaisquer operações de retirada de fôrmas só podem ser iniciadas com autorização do responsável pela obra[2.39] e mediante o conhecimento dos resultados de ensaios de resistência à compressão e corpos de prova do concreto[2.40] ($f_{ck,est}$).

Dito isso, é importante destacar que, durante a observação de campo da equipe de auditoria no dia 17/5/2022, notou-se, logo após a desforma da viga de coroamento, a presença de **vazios no concreto** (chamados de cavidades, nichos, “ninhos (de abelhas)”, “bicheiras” ou “brocas”) (Figura 2.18), inclusive com **exposição das armaduras** (Figura 2.18b), cuja causa principal provavelmente está relacionada a deficiências de concretagem da peça (especialmente afetos ao lançamento[2.24], ao adensamento[2.26]) e à insuficiência de estanqueidade[2.41] das fôrmas, mas que, em alguma medida, pode estar associada a uma desforma prematura. Acresça-se a isso o fato de a superfície indicada na Figura 2.18 permanecer em contato com o solo durante o uso da estrutura (por fazer parte da estrutura do encontro[2.9]), razão pela qual o cobrimento das armaduras seria indispensável, por ser um meio agressivo.

Figura 2.18 – Falhas durante a execução da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9).



(a) Vazios no elemento estrutural (bicheiras).

(b) Vista ampliada.



(c) Exposição de armaduras.

(d) Vista ampliada.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Pois bem, em busca de parâmetros objetivos para avaliar se houve ou não prematuridade no prazo de retirada das fôrmas da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9), buscou-se referências técnicas normativas e boas práticas recomendadas.

A iniciar pela NBR 7678 da ABNT, verifica-se que ela recomenda os seguintes tempos mínimos de cura antes da desforma, segundo o tipo de elemento estrutural e a magnitude da sobrecarga atuante:

Tabela 2.3 – Tempos mínimos de cura convencional da desforma.

Elemento Estrutural	Quanto a sobrecarga for	
	Maior que o peso próprio do concreto e das fôrmas	Menor que o peso próprio do concreto e das fôrmas
Arcos	14 dias	7 dias
Fundo de vigas de menos de 3 m de vão	7 dias	4 dias
Fundo de vigas de vãos entre 3 e 6 m	14 dias	7 dias
Fundo de vigas de mais de 6 m de vão	21 dias	14 dias
Lajes com vãos menores que 3 m	4 dias	3 dias
Lajes com vãos entre 3 e 6 m	7 dias	4 dias
Lajes com vãos maiores que 6 m	10 dias	7 dias
Paredes	1 dia	1 dia
Pilares	1 dia	1 dia
Fôrmas laterais de vigas	1 dia	1 dia
Lajes protendidas com aderência posterior	Assim que for aplicada a protensão final	

Fonte: Tabela 7, da NBR 7678:1983 da ABNT.

Por sua vez, segundo o Manual do Tribunal de Contas da União – TCU contendo recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras de edificações públicas (BRASIL, 2014, p. 70/71), a desforma deve obedecer aos seguintes prazos mínimos, definidos em função do tipo de cimento empregado no concreto:

Tabela 2.4 – Prazos para retirada das fôrmas de concreto.

Elemento Estrutural	Prazo de retirada usando-se	
	Cimento Portland Comum (CP I)	Cimento de Alta Resistência Inicial (CP V-ARI)
Paredes, pilares e faces laterais de vigas	3 dias	2 dias
Lajes de até 10 cm de espessura	7 dias	3 dias
Lajes com mais de 10 cm de espessura	21 dias	7 dias
Faces inferiores de vigas de até 10 m de vão	21 dias	7 dias
Arcos e faces inferiores de vigas de mais de 10 m de vão	28 dias	10 dias

Fonte: Hélio Alves Azeredo (*apud* BRASIL, 2014, p. 71).

Ademais, de conformidade com as NBR 14931 e 15696, ambas da ABNT, se a fôrma for parte integrante do sistema de cura, como no caso de pilares e das faces laterais de vigas, o tempo de remoção deve considerar certos requisitos específicos, que, no caso da NBR 14931:2004, estão elencados no item 10.1, dentre os quais se destaca a relação $f_{ck,est} \geq 15 \text{ MPa}$.

Em face disso, ao recorrer às Eqs. (2.3) e (2.4) com a mesma consideração de emprego de cimento CP I ou CP II feita anteriormente, para um f_{ck} de projeto de 25 MPa, é possível esperar que tal concreto atinja, ao final de um dia ($j = 1$), a seguinte resistência:

$$f_{ck1} = e^{0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{1}\right)^{0,5}\right]} \cdot 25 = 8,55 \text{ MPa} \quad (2.6)$$

Já para um período de três dias ($j = 3$) o mesmo concreto atingiria:

$$f_{ck3} = e^{0,25 \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{3}\right)^{0,5}\right]} \cdot 25 = 14,96 \text{ MPa} \quad (2.7)$$

Ou seja, admitindo-se que as fôrmas compõem o sistema de cura (sobretudo nas faces laterais da viga de coroamento), ainda que o executante tivesse esperado um dia (24h) para desformar o elemento (de conformidade ao que recomenda a NBR 7678 da ABNT – Tabela 2.3), verifica-se da Eq. (2.6) que a resistência mínima exigida pela NBR 14931 da ABNT ($f_{ck,est} = 15 \text{ MPa}$) ainda não teria sido alcançada, segundo a estimativa dada pela NBR 6118 da ABNT. Por outro lado, se fosse obedecido o prazo mínimo de três dias (72h) estipulado nas recomendações do manual do TCU (Tabela 2.4), observa-se da Eq. (2.7) que a resistência mínima exigida pela NBR 14931 da ABNT ($f_{ck,est} = 15 \text{ MPa}$) teria sido alcançada, também segundo a estimativa da NBR 6118 da ABNT.

Logo, pode-se dizer, com base nos critérios objetivos supracitados, que **a desforma da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9) foi prematura** por ter sido realizada em um intervalo um pouco maior que 12h.

Salienta-se também que, segundo Neville (2016, p. 655), uma metodologia passível de ser empregada para a decisão do momento de remover as fôrmas é a avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão, conhecido como ensaio esclerométrico, o qual é normatizado pela NBR 7584 da ABNT. Com ele é possível verificar se o índice esclerométrico atingiu um valor correspondente a uma determinada resistência.

A equipe também não poderia deixar de consignar que, em observação de campo feita no dia 18/5/2022, notou-se que o executante procedeu a reparos na face aparente da peça (Figura 2.19). Porém, não se têm evidências se o material empregado para o preenchimento dos vazios era o mais adequado, sobretudo porque houve local com exposição de armadura (Figura 2.18d) em região que terá contato permanente com o solo.

Figura 2.19 – Correções na face aparente da peça.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Enfim, toda essa análise se deve ao fato de que, além de o Exemplar 182 do IST/DF ter indicado uma redução de resistência significativa ($\Delta = -15,20\%$), deficiências durante a execução da estrutura, tais como falhas de concretagem e retirada prematura de fôrmas, podem ter repercussões patológicas que impactarão negativamente tanto a segurança (capacidade resistente) quanto a durabilidade da estrutura.

Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 8)

Por sua vez, em relação à OAE 8, de acordo com o Relatório de Ensaio N° 2584-2/2022 do IST/DF (Figura 2.20), dos seis exemplares do IST/DF referentes à Viga de Coroamento do Eixo 3 – moldados no dia 4/6/2022 e rompidos no dia 29/6/2022 (25 dias depois) – os Exemplares 209, 210 e 213 apresentaram resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) reduzidas, respectivamente, de 23,8 MPa, 21,7 MPa e 21,6 MPa, isto é, resistências **4,80%, 13,20% e 13,60% aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 25$ MPa).

Figura 2.20 – Laudo de resistência do concreto da Viga de Coroamento do (Eixo 3 – OAE 8) elaborado pelo IST/DF.

Data da moldagem		Data de recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
04/06/2022		09/06/2022		29/06/2022		Retífica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP	Elementos concretados	
209	126346	78887	99.5	197.3	25	23.8	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78886	99.5	197.4		21.8	
210	37981	78891	100.2	198.6		21.7	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78890	99.3	198.5		21.5	
211	28012	78895	99.6	196.9		26.5	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78894	99.4	197.1		26.9	
212	37982	78899	99.5	196.6		27.0	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78898	99.6	198.7		26.4	
213	Não informado	78903	98.1	199.2		19.4	VIGA TRAVESA DO EIXO 03 OAE 08
		78902	99.3	196.8		21.6	

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 83451005162bcb.

Só que, como as resistências indicadas em projeto referem-se, por padrão, à idade de 28 dias [2.18], é preciso saber qual a resistência que seria esperada aos 25 dias, dado que esta acabou sendo a idade de controle do IST/DF.

Assim, ao recorrer às Eqs. (2.3) e (2.4) com a mesma consideração de emprego de cimento CP I ou CP II feita anteriormente, para um f_{ck} de projeto de 25 MPa, é possível esperar que tal concreto atinja no prazo de 25 dias ($j = 25$), a seguinte resistência:

$$f_{ck25} = e^{0,25} \cdot \left[1 - \left(\frac{28}{25} \right)^{0,5} \right] \cdot 25 = 24,64 \text{ MPa} \quad (2.8)$$

De onde se nota que as resistências obtidas nos ensaios de ruptura aos 25 dias realizados pelo IST/DF para os Exemplos 209, 210 e 213 (23,8 MPa, 21,7 MPa e 21,6 MPa)

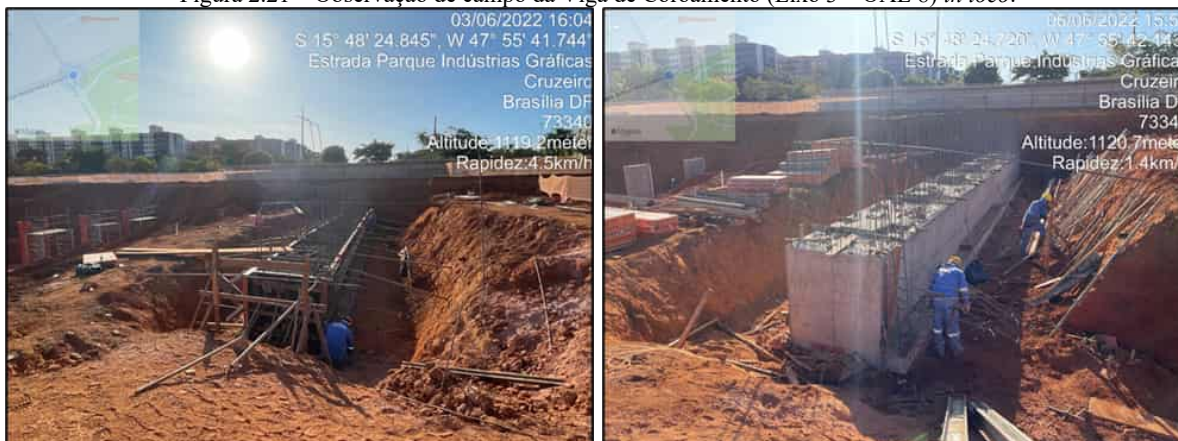
são **3,40%, 11,93% e 12,33% menores** do que a resistência esperada aos 25 dias ($f_{ck25} = 24,64$ MPa), configurando casos de não conformidade, sendo que apenas os Exemplos 210 e 213 foram mais significativos por terem apresentado $\Delta < -10\%$.

Em busca de pormenores nos laudos de contraprova da supervisora (SEI nº 93044724, p. 127/128 e SEI nº 93044764, p. 1/14), notou-se que ela **não moldou** corpos de prova para exercer seu controle tecnológico da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 8).

Ademais, no concernente à execução desse elemento *in loco*, observou-se da “**PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM**” da supervisora que a concretagem da viga “*não teve acompanhamento da supervisora*” (SEI nº 91443998, p. 157), não sendo possível, assim, identificar se a concretagem foi realizada no período vespertino ou no noturno do dia 4/6/2022.

Nesse dia, a equipe de auditoria não conseguiu acompanhar a concretagem, pois esteve no canteiro apenas no período vespertino do dia anterior (Figura 2.21a), em que todo o sistema de fôrmas e escoramento da viga de coroamento já estava pronto, à espera da concretagem, bem como no dia 6/6/2022 pela tarde (segunda-feira), quando a viga de coroamento já estava totalmente sem fôrmas (Figura 2.21b).

Figura 2.21 – Observação de campo da Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 8) *in loco*.



(a) Sistema de fôrma concluído.

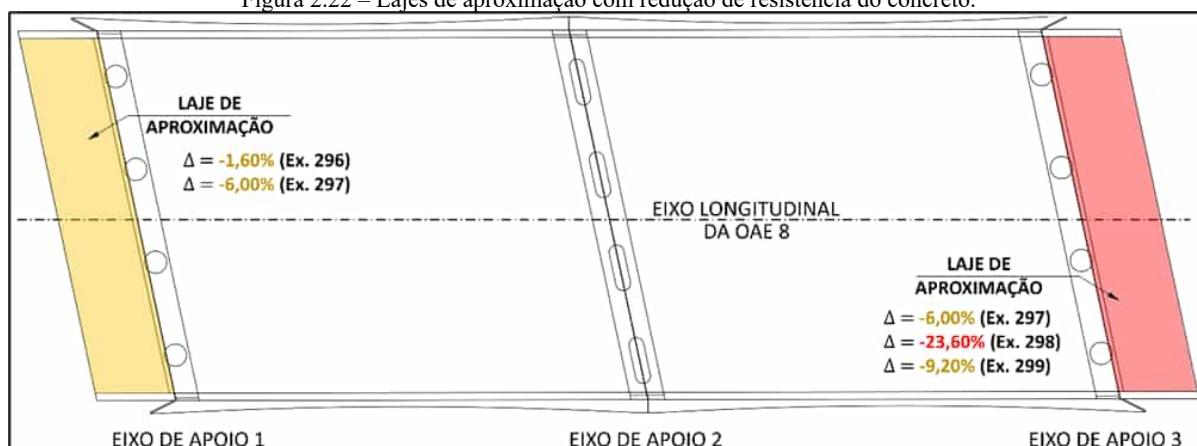
(b) Desforma total.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Lajes de Aproximação

As lajes de aproximação cujos exemplares (Ex.) do IST/DF forneceram resultados de redução de resistência do concreto em relação à especificada no projeto ($\Delta < 0$ ou $f_{ck,est} < f_{ck}$) estão mostradas na Figura 2.22.

Figura 2.22 – Lajes de aproximação com redução de resistência do concreto.



(a) Vista em planta da OAE 8.



(b) Vista em planta da OAE 9.

Fonte: Adaptado da “PRANCHA 01/17”, do projeto executivo original (SEI n^{os} 26969403 e 38855542, p. 146).

Lajes de Aproximação (Eixos 1 e 3 – OAE 8)

A começar pela OAE 8, consoante o Relatório de Ensaio N^o 4132-2/2022 do IST/DF (Figura 2.23), os quatro exemplares do IST/DF referentes às Lajes de Aproximação (Eixos 1 e 3) – Exemplares 296 a 299, moldados no dia 16/8/2022 e rompidos no dia 13/9/2022 (28 dias depois) – apresentaram resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) respectivas de 24,6 MPa, 23,5 MPa, 19,1 MPa e 22,7 MPa, isto é, resistências **1,60%, 6,00%, 23,60% e 9,20% aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 25$ MPa). Logo, entende-se que a redução de resistência do concreto do Exemplar 298 é significativa do ponto de vista da capacidade resistente ($\Delta < -10\%$), vez que resultou numa **perda elevada de $\Delta = -23,60\%$** ($f_{ck,est} = 19,1$ MPa).

Figura 2.23 – Laudo de resistência do concreto das Lajes de Aproximação (OAE 8) elaborado pelo IST/DF.

Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova	
16/08/2022		22/08/2022		13/09/2022		Retífica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP	Elementos concretados	
296	130624	677418	97.6	195.4	28	24.6	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677419	98.8	198.5	21.8	24.6	
297	130626	677414	98.7	196.8	22.6	23.5	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677415	98.1	195.4	23.5	23.5	
298	130638	677410	97.9	197.2	19.1	19.1	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677411	99.1	198.5	18.7	19.1	
299	130643	677406	97.6	197.9	21.5	22.7	LAJES APROXIMAÇÃO OAE-08
		677407	97.5	197.4	22.7	22.7	

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 7346026316320c.

Em busca de pormenores nos laudos de contraprova da supervisora (SEI nº 100789223, p. 86/100), notou-se que ela **não moldou** corpos de prova para exercer seu controle tecnológico das Lajes de Aproximação (Eixos 1 e 3 – OAE 8).

Ademais, no concernente à execução desses elementos *in loco*, observou-se da “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 100781159, p. 116) que as lajes foram concretadas no período **vespertino** do dia 16/8/2022, sendo que a chegada do primeiro caminhão-betoneira (Nota Fiscal 130624) ao canteiro de obras se deu às 14:40, com início do lançamento às 14:45, ao passo que o término do lançamento do quarto (e último) caminhão-betoneira (Nota Fiscal 130643) foi às 18:02.

Nesse dia, a equipe de auditoria chegou ao canteiro de obras por volta das 17:20, quando ainda restava concretar uma parte da laje de aproximação do Eixo 3 (Figuras 2.24 a e b), ao passo que a laje do Eixo 1 já havia sido concretada (Figura 2.24c).

Figura 2.24 – Observação de campo das Lajes de Aproximação (Eixos 1 e 3 – OAE 8) *in loco*.

(a) Parte da laje (Eixo 3) a ser concretada.

(b) Concretagem da parte remanescente da laje (Eixo 3).



(c) Laje (Eixo 1) já concretada.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Confrontando as informações do IST/DF (Figura 2.23) com as da “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 100781159, p. 116), percebe-se que os Exemplos 296 e 297 do IST/DF foram moldados a partir dos concretos fornecidos pelos caminhões-betoneiras sob Notas Fiscais 130624 e 130626, enquanto que os Exemplos 298 e 299, pelos caminhões-betoneiras sob Notas Fiscais 130638 e 130643. Assim, conclui-se que os referidos exemplos do IST/DF se referem aos seguintes elementos concretados:

Tabela 2.5 – Elementos concretados referentes aos Exemplos 296 a 299 do IST/DF.

Exemplar IST/DF	Nota Fiscal	Elemento Concretado
296	130624	Laje de Aproximação (Eixo 1 – OAE 8)
297	130626	Lajes de Aproximação (Eixos 1 e 3 – OAE 8)
298	130638	Laje de Aproximação (Eixo 3 – OAE 8)
299	130643	Laje de Aproximação (Eixo 3 – OAE 8)

Lajes de Aproximação (Eixos 1 e 3 – OAE 9)

Já em relação à OAE 9, de acordo com o Relatório de Ensaio N° 4228-2/2022 do IST/DF (Figura 2.25), dos cinco exemplares do IST/DF referentes às Lajes de Aproximação (Eixos 1 e 3) – moldados no dia 19/8/2022 e rompidos no dia 16/9/2022 (28 dias depois) – apenas o Exemplar 316 apresentou resistência de ensaio ($f_{ck,est}$) significativamente reduzida de 20,7 MPa, isto é, resistência **17,20% aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 25 \text{ MPa}$).

Figura 2.25 – Laudo de resistência do concreto das Lajes de Aproximação (OAE 9) elaborado pelo IST/DF.

Data da moldagem		Data de Recebimento	Data do ensaio	Tipo de capeamento dos corpos de prova			
19/08/2022		23/08/2022	16/09/2022	Retífica			
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP	Resistência (MPa)	Elementos concretados
312	40377	674692	97.9	196.0	28	25.6	LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 1 EIXO 1 OAE 9
		674691	98.4	198.6	22.5	25.6	
313	40378	674702	97.9	197.2	25.5	25.9	LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 1 EIXO 1 OAE 9
		674703	98.5	195.9	25.9		
314	40381	674695	97.9	196.3	24.4	26.0	LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 1 EIXO 1 OAE 9
		674696	98.5	197.0	26.0		
315	40383	674698	98.6	197.2	27.5	29.8	LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 2 EIXO 1 OAE 9
		682218	97.9	197.4	29.8		
316	40386	674706	98.5	197.2	20.7	20.7	LAJE DE TRANSIÇÃO ENCONTRO 2 EIXO 1 OAE 9
		674707	98.4	197.0	20.4		

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 12862329166329.

Ao recorrer ao “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA N° 15 (RAO 15)” de 9/2022 da supervisora, verificou-se que foram acostados os resultados dos ensaios de contraprova de apenas quatro exemplares (8 corpos de prova ao todo) (Figura 2.26).

Figura 2.26 – Laudo de resistência do concreto das Lajes de Aproximação (OAE 9) elaborado pela supervisora.

LAUDO DE CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 5738)														
FIRMA: ETERC														
OBRA: VIADUTO DA EPIG														
RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____ Eng. _____ DF _____														
Nº corpo prova	Nº Nota	Fornecedor	Caminhão Betoneira	Slump (mm)	Horário		Peça Estrutural	Hora Moldagem (h)	Qtd C.P.	Data		Rompimento	Carga (t)	Pressão de ruptura (Mpa)
					Início Descar	Final Descar				Moldagem	Ruptura			
323	40377	CONCRECON	REF3B46	12	14:08	14:20	Encabeçamentos Sentido Taguatinga-Plano Piloto	14:10	2	19/08/22	16/09/22	28	19,2	24,4
324											16/09/22	28	19,5	24,8
325	40378	CONCRECON	REL7888	12	14:35	14:49	Encabeçamentos Sentido Taguatinga-Plano Piloto	14:35	2	19/08/22	16/09/22	28	20,4	26,0
326											16/09/22	28	23,7	30,2
327	40381	CONCRECON	REL7882	12,5	15:01	15:15	Encabeçamentos Sentido Taguatinga-Plano Piloto	15:05	2	19/08/22	16/09/22	28	23,0	29,2
328											16/09/22	28	23,1	29,4
329	40383	CONCRECON	REER04	12	15:35	15:47	Encabeçamentos Sentido Taguatinga-Plano Piloto	15:38	2	19/08/22	16/09/22	28	21,7	27,6
330											16/09/22	28	22,8	29,1

Fonte: “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 15 (RAO 15)” de 9/2022 (SEI nº 100789223, p. 100).

Em semelhante procedimento ao relatado na Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9), o único concreto não ensaiado pela supervisora foi o fornecido pelo caminhão-betoneira sob Nota Fiscal 40386, que corresponderia justamente à contraprova do Exemplar 316 do IST/DF, o qual foi o único que resultou em uma redução de resistência ($\Delta = -17,20\%$). Portanto, ainda subsiste a tese de que as Lajes de Aproximação (OAE 9) apresentaram reduções de resistência significativas ($\Delta < -10\%$), com base no ensaio procedido pelo IST/DF.

Por fim, apesar de a equipe de auditoria não ter ido ao canteiro de obras no dia 19/8/2022, foi possível identificar que o concreto referente ao Exemplar 316 do IST/DF foi lançado **somente na laje do Eixo 3** com base em registro fotográfico da supervisora (Figura 2.27). Explica-se na sequência.

Figura 2.27 – Concretagem da Laje de Aproximação (Eixo 1 – OAE 9).



Fonte: “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 14 (RAO 14)”, de 8/2022 (SEI nº 100781050, p. 75).

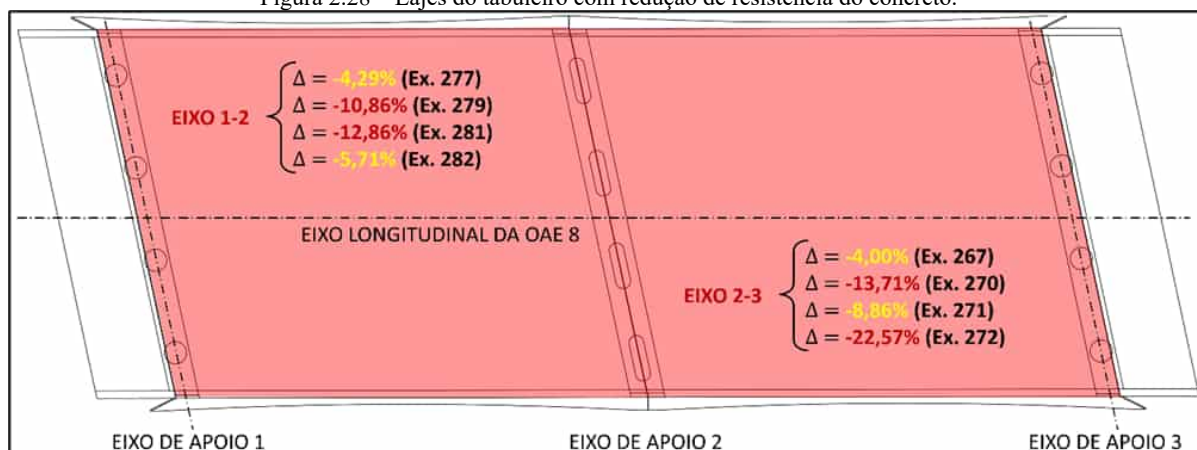
Segundo a “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 100781159, p. 119), o primeiro caminhão-betoneira (CB-223) começou a lançar o concreto às 14:18. E como se extrai da Figura 2.27 que às 14:19 estava havendo o lançamento do concreto precisamente na laje do Eixo 1, então é fácil concluir que o início da concretagem começou pelo Eixo 1. Logo, dado que o Exemplar 316 do IST/DF refere-se ao quinto e último caminhão-betoneira (CB-219 e Nota Fiscal 40386), pode-se afirmar que o concreto não conforme foi lançado apenas na laje do Eixo 3.

Elementos da superestrutura com redução de resistência do concreto

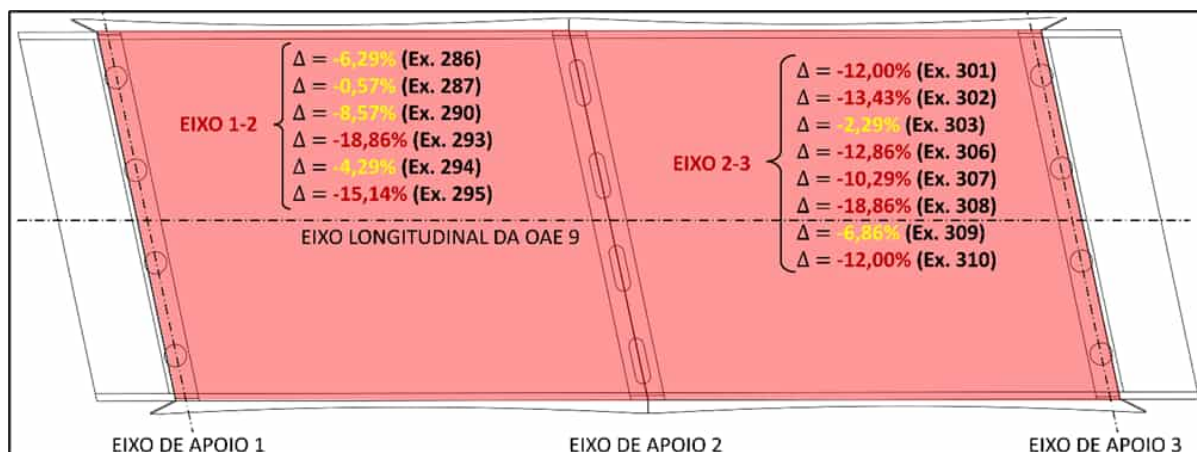
Lajes do Tabuleiro

Em **todas** as lajes dos tabuleiros das OAE 8 e 9 houve exemplares (Ex.) do IST/DF com resultados de não conformidade ($\Delta < 0$ ou $f_{ck,est} < f_{ck}$), consoante se percebe da Figura 2.28. De um total de 42 exemplares (Tabela 2.1), 22 deles forneceram resultados de não conformidade ($f_{ck,est} < f_{ck}$), o que corresponde a um percentual considerável de 52,4%. E, desse mesmo total, 12 (28,6%) apresentaram não conformidade significativa ($\Delta < -10\%$ ou $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$).

Figura 2.28 – Lajes do tabuleiro com redução de resistência do concreto.



(a) OAE 8.



(b) OAE 9.

Fonte: Adaptado da “PRANCHA 01/17”, do projeto executivo original (SEI nºs 26969403 e 38855542, p. 146).

Eixo 2-3 (OAE 8)

A começar pela laje do **Eixo 2-3** (OAE 8), consoante o Relatório de Ensaio N° 3739-2/2022 do IST/DF (Figura 2.29), dos 10 exemplares do IST/DF moldados no dia 28/7/2022 e rompidos no dia 25/8/2022 (28 dias depois), apenas os Exemplares 267, 270, 271 e 272 apresentaram resultados de não conformidade, com resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) respectivas de 33,6 MPa, 30,2 MPa, 31,9 MPa e 27,1 MPa, isto é, resistências **4,00%, 13,71%, 8,86% e 22,57% aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 35 MPa$). Logo, entende-se que a redução de resistência do concreto dos Exemplares 270 e 272 são significativas do ponto de vista da capacidade resistente ($\Delta < -10\%$).

Figura 2.29 – Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 8) elaborado pelo IST/DF.

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial PELO FUTURO DO TRABALHO		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO			INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA (CONSTRUÇÃO CIVIL)		Ensaio ABNT NBR INCORC 17108 CRL 1284	
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio Nº 3739-2/2022								
Código de autenticidade: 943349126630ca								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF				Contrato Nº 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON		Local de concretagem TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08				Fck especificado 35,0 MPa		
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova		
28/07/2022		02/08/2022		25/08/2022		Retífica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados	
					28	Resistência (MPa)		
263	39779	671621	98.9	199.1	40.0	40.8	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671622	99.3	196.5	40.8			
264	39780	671625	98.7	199.6	37.2	37.3	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671626	99	198.2	37.3			
265	39781	671629	98.1	197.2	37.8	37.8	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671630	98.6	196.5	37.2			
266	39782	671633	98.2	199.5	35.8	35.8	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671634	97.4	198.5	34.7			
267	129593	671637	98.5	196.7	32.0	33.6	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671638	99	196.9	33.6			
268	39783	671641	98.3	196.8	34.0	35.0	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671642	98	196.7	35.0			
269	39784	671645	99.3	197.4	37.6	37.6	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671646	97.2	196.7	37.1			
270	129594	671649	99.2	199.7	29.4	30.2	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671650	99.2	197.1	30.2			
271	129597	671681	99.5	198.9	31.9	31.9	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671682	99.1	196.2	30.6			
272	129598	671677	98.5	196.6	27.1	27.1	TABULEIRO DO EIXO 2-3 DA OAE-08	
		671678	99.8	199.2	25.7			

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 943349126630ca.

Da Figura 2.29, é possível concluir, com base no número de exemplares moldados pelo IST/DF, que foram necessários 10 caminhões-betoneiras para concretar a Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 8).

Em busca de detalhes nos laudos de contraprova da supervisora (SEI nº 100781159, p. 55), verificou-se que foram acostados os resultados dos ensaios de contraprova de apenas quatro exemplares (8 corpos de prova ao todo). E, se o referido documento fosse analisado tal qual ele consta dos autos (Figura 2.30), chegar-se-ia à conclusão, a partir da numeração das notas fiscais, de que os quatro exemplares moldados pela supervisora não guardariam correspondência com os Exemplares não conformes do IST/DF (destacados em vermelho na Figura 2.29) e que, portanto, não haveria contraprova para os casos com redução de resistência do concreto.

Figura 2.30 – Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 8) elaborado pela supervisora.

JPS		FUTURE												
Geotecnia - Construções		ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA												
LAUDO DE CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 5738)														
FIRMA: ETERC			RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____											
OBRA: VIADUTO DA EPIG			_____ -DF											
Nº corpo prova	Nº Nota	Fornecedor	Caminhão Betoneira	Slump (mm)	Horário		Peça Estrutural	Hora Moldagem (h)	Qtd C.P.	Data		Rompimento Dias	Carga (t)	Pressão de ruptura (Mpa)
					Início Descar	Final Descar				Moldagem	Ruptura			
303	39779	CONCRECON	RED2M61	13,0	18:11	18:56	Viga transversal	18:05	2	28/07/22	25/08/22	28	28,8	36,6
304	39779	CONCRECON	RED2M61	13,0	18:11	18:56	Viga transversal	18:05	2	28/07/22	25/08/22	28	31,9	40,6
305	39781	CONCRECON	RED2H59	12,0	19:00	19:45	Viga transversal	18:56	2	28/07/22	25/08/22	28	28,9	36,8
306	39781	CONCRECON	RED2H59	12,0	19:00	19:45	Viga transversal	18:56	2	28/07/22	25/08/22	28	34,1	43,4
307	39783	CONCRECON	REL3I04	13,5	20:08	20:32	Viga transversal	20:08	2	28/07/22	25/08/22	28	28,0	35,6
308	39783	CONCRECON	REL3I04	13,5	20:08	20:32	Viga transversal	20:08	2	28/07/22	25/08/22	28	28,2	35,9
309	39784	CONCRECON	RELOC96	11,5	21:00	21:45	Viga transversal	20:55	2	28/07/22	25/08/22	28	30,3	38,6
310	39784	CONCRECON	RELOC96	11,5	21:00	21:45	Viga transversal	20:55	2	28/07/22	25/08/22	28	32,2	41,0

Fonte: Adaptado do “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 14 (RAO 14)” de 8/2022 (SEI nº 100781159, p. 55).

Acontece, porém, que há observações relevantes acerca do laudo de contraprova apresentado pela supervisora, vez que, como se demonstrará, está permeado de erros.

Primeiramente, observe-se que o preenchimento da coluna “Peça Estrutural” no laudo da Figura 2.30 está errado, pois, ao invés de “Viga transversal” (viga transversina), trata-se da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 8), consoante se nota da coluna “PEÇAS CONCRETADAS” da “PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM” da Figura 2.31.

Figura 2.31 – Planilha de acompanhamento de concretagem da supervisora.

FUTURE		PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM											RQ-8.5.9 Rev. 02	
OBRA: VIADUTO EPIG		FCK DE PROJ. 35 (Mpa)		CONCRETEIRA: CONCRECON										
CONSTRUTORA: CONSÓRCIO VIADUTO EPIG		SLUMP (mm) 12 ± 2 cm		DATA: 28 / 07 / 2022										
Nº CORPO DE PROVA	Nº NOTA FISCAL	SLUMP (mm)		VOL (m³)	HORÁRIOS				HORA DA MOLDAGEM	QUANTIDADE DE CORPOS DE PROVA	ROMPIMENTO		PEÇAS CONCRETADAS	PLACA DO CAMIMHÃO BETONEIRA
		1º	2º		SAÍDA USINA	CHEGADA OBRA	INÍCIO DESCAR.	FINAL DESCAR.			7	28		
305 304	39779	13		10	17:51	18:05	18:18	18:36		2			TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	CB 219
	39780	12		7	17:52	18:15	18:43	18:57					TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	JH5362
307 306	39781	12		10	18:20	18:45	19:06	19:22		2			TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	CB220
	39782	11,5		10	18:41	19:00	19:34	20:07					TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	REL7B94
309 308	129593	13,5		10	19:22	19:35	20:13	20:32		2			TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	CB222
	39783	12,5		10	19:10	19:42	20:39	21:30					TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	RELOC85
311 310	39784	11,5		10	19:30	19:52	21:35	22:00		2			TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	CB231
	129594	11		10	19:52	20:18	22:27	22:43					TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	CB228
	125997	12		10	22:35	23:03	23:03	23:20					TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	CB229
	125998	13		10	23:42	23:59	00:07	00:31					TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3	CB231
		13,5		7	00:11	00:30	00:40	00:48					TABULEIRO OAE 8 - EIXO 2-3 PRÉ-LAJE TIPO 1 - 3 UND	CB229

Fonte: Adaptado do “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 13 (RAO 13)” de 7/2022 (SEI nº 93044978, p. 24)

A segunda observação, também relacionada a erro, diz respeito à numeração sequencial dos corpos de prova da supervisora: enquanto na Figura 2.30 o primeiro corpo de prova é nº 303, na Figura 2.31 é o nº 304.

Além disso, há ainda um terceiro e **mais relevante** erro, que se refere à numeração das notas fiscais do terceiro exemplar moldado pela supervisora: enquanto na Figura 2.30 há referência à Nota Fiscal 39783, na Figura 2.31, é indicada a Nota Fiscal 129593.

Inobstante os supracitados erros, como a equipe de auditoria esteve no canteiro de obras nesse dia e conseguiu acompanhar parte da concretagem da laje do tabuleiro (Figura 2.32), foi possível coletar evidências que permitem elucidá-los.

Figura 2.32 – Concretagem da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 8).



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

O primeiro caminhão-betoneira (CB-219 e Nota Fiscal 39779), de fato, adentrou no canteiro de obras por volta das 18:05 como indicado na Figura 2.31 e na Figura 2.33c. Por consequência, houve a moldagem de corpos de prova, aproximadamente às 18:08, pelo IST/DF (Figura 2.33a) e pelo executante (Figura 2.33b). A supervisora havia moldado minutos antes disso. Repare-se que os três intervenientes estavam moldando as primeiras fileiras de corpos de prova.

Figura 2.33 – Corpos de prova do primeiro caminhão-betoneira (Nota Fiscal 39779).



(a) Moldes do IST/DF.

(b) Moldes do executante e da supervisora.

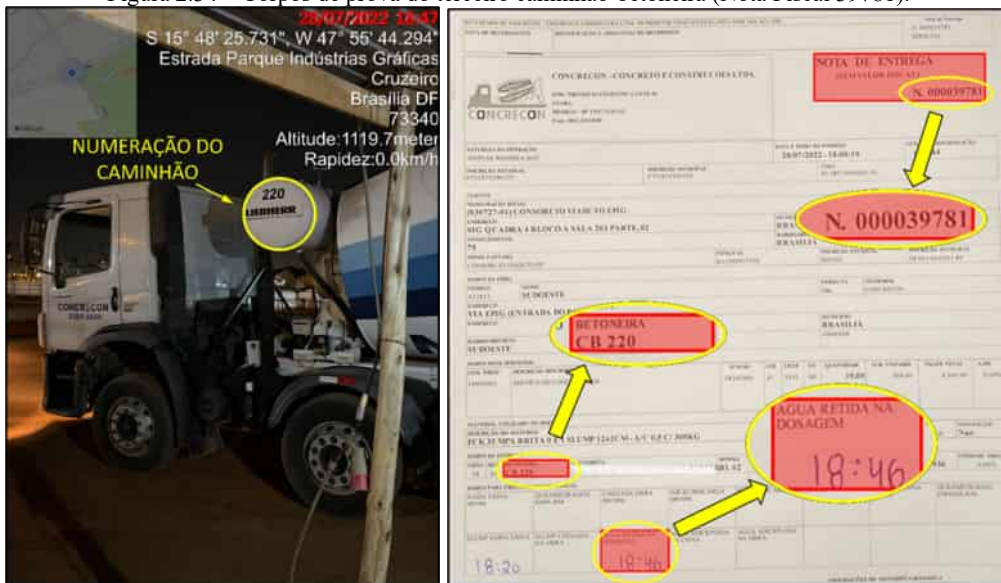
BENSERVICIOS DE CONCRETO E CONSTRUÇÕES LTDA. (O PRODUTOR COMPROVA NA NOTA INDICADA AO LADO)		N.º 000039779	
DATA DE RECEBIMENTO	IDENTIFICAÇÃO E ASSINATURA DO RECEBIDOR	SERIE 002	
CONCRECON - CONCRETO E CONSTRUÇÕES LTDA.			
RUEC TRECHO 02 CONSÓRCIO 4 LOTA 06 CEARA BRASILIA - DF CEP: 71225-021 Fone: (061) 3833000			
NATUREZA DA OPERAÇÃO SÓLIDOS REMESSA SAU		DATA E HORA DA EMISSÃO 28/07/2022 - 17:28:51	ATIVIDADE COMERCIAL
INSCRIÇÃO ESTADUAL 0731833300129		INSCRIÇÃO MUNICIPAL 0711833200129	CMF 01.982.356.0001.04
CLIENTE			
NOME/RAZÃO SOCIAL (030727-01) CONSÓRCIO VIADUTO EPIG		MUNICÍPIO DO BRASILIA	
ENDEREÇO SIG-QUADRA 4 BLOCO A SALA 203 PARTE_02		BARRIO/DISTRITO BRASILIA	
COMPLEMENTO 75		POSIÇÃO ESTADUAL DF	
NOME FANTASIA CONSÓRCIO VIADUTO EP		FONE/FAX (61) 999977550	INSCRIÇÃO MUNICIPAL 08.004.004.001.49
BENSERVICIOS DA OBRA			
COBRO	NOME	PERMUTA	VENDEDOR
A27833	SUDOESTE	Não	CONCRECON
ENFERECIDO			
VIA EPIG (ENFERECIDO)			
ENFERECIDO			
BARRIO/DISTRITO			
SUDOESTE			
BENSERVICIOS DE SERVIÇOS			
COD. PROD	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	NCM/00	VALOR TOTAL
19990901	SERVICIO DE CONCRETO	1824900	4.940,00
			0,00%
MATERIAL UTILIZADO NO BENSERVICIO			
DESCRIÇÃO DO MATERIAL			
FCR 35 MPA BRITA 0,75 SLUMP 12±2CM - A/C 0,5 C/300 KG			
BENSERVICIOS DA ENTREGA			
DATA DE ENTREGA	NOTEBARRIA	QUILÔMETROS	ENTRADA AREA
28/07/2022	BRASILIA	111928	0,00%
BENSERVICIOS PARA PREENCHIMENTO MANUAL			
SAIDA USINA (H11MM)	QUILÔMETRAGEM SAIDA USINA	FINAL DESCARGA (H11MM)	SAIDA OBRA (H11MM)
17:51			
SLUMP SAIDA USINA	SLUMP CHEGADA NA OBRA	AGUA ADICIONADA NA USINA	AGUA ADICIONADA NA OBRA

(c) Nota Fiscal 39779.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Por sua vez, o terceiro caminhão-betoneira (CB-220 e Nota Fiscal 39781) adentrou o local da obra por volta das 18:45 conforme indicado nas Figuras 2.34 *a* e *b* e Figura 2.31. Como resultado, registrou-se a moldagem de corpos de prova, aproximadamente às 18:50, pelo IST/DF (Figura 2.34*c*) e pela supervisora (Figura 2.34*d*).

Figura 2.34 – Corpos de prova do terceiro caminhão-betoneira (Nota Fiscal 39781).



(c) Moldes do IST/DF.

(d) Moldes da supervisora.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).



Perceba-se que, enquanto o IST/DF estava moldando a sua terceira fileira de corpos de prova (Figura 2.34c) para exercer o controle por amostragem total, a supervisora estava moldando a sua segunda fileira (Figura 2.34d), exercendo um controle por amostragem parcial (caminhão-betoneira sim, caminhão-betoneira não).

Dessa feita, seria esperado que, nesse exercício do controle por amostragem parcial, a supervisora viesse a moldar, na sequência, corpos de prova de concreto do **quinto** caminhão-betoneira, cuja Nota Fiscal é a de número 129593 – segundo obtido da ordem sequencial de exemplares do IST/DF (Figura 2.29) e indicada na planilha de concretagem de sua própria autoria (Figura 2.31). Logo, não faria sentido que a supervisora **pulasse o quinto** caminhão para moldar de corpos de prova referentes ao **sexto** caminhão-betoneira (Nota Fiscal 39783), apesar de isso estar consignado em seu laudo de contraprova (Figura 2.30).

Pois bem, como forma de comprovar que, realmente, a supervisora moldou corpos de prova do concreto do **quinto** caminhão-betoneira (e não do sexto, como consta de seu laudo de contraprova), note-se que, por volta das 19:40, o caminhão-betoneira CB-222 de Placa REE8I04 já estava na obra (Figura 2.35b), sendo que, minutos depois, o caminhão-betoneira CB-229 de Placa RELOC85 estava chegando (Figura 2.35c).

Mais precisamente, o caminhão de Placa **REE8I04** (Figuras 2.35 a e b) foi o **quinto** caminhão-betoneira da concretagem daquela noite, possuindo numeração **CB-222** – como indicado tanto na planilha de concretagem da supervisora (Figura 2.31), quanto nos registros fotográficos da equipe de auditoria (Figuras 2.35 a e b) – e chegou ao canteiro de obras às 19:36 (Figura 2.35d). Inclusive é justamente essa a placa que consta no terceiro exemplar do laudo de contraprova da supervisora (Figura 2.30).

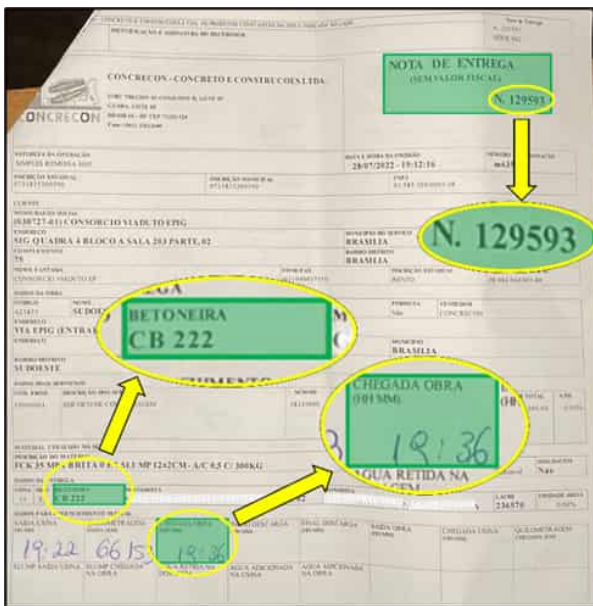
Figura 2.35 – Quinto e sexto caminhões-betoneiras (Notas Fiscais 129593 e 39783).



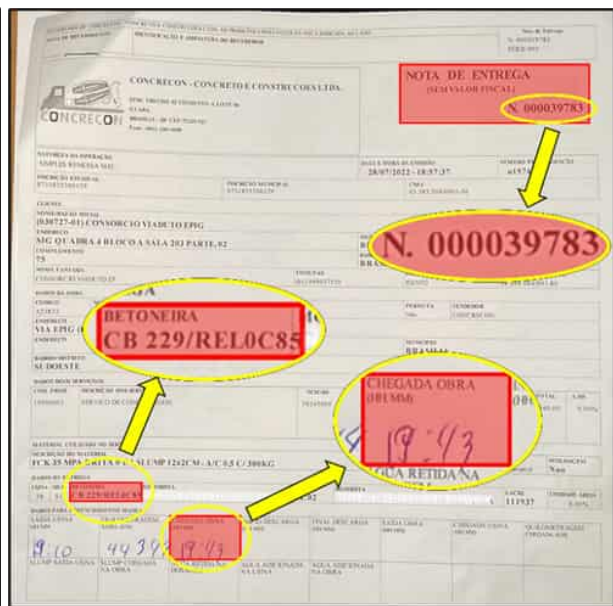
(a) Caminhão CB-222 em 20/6/2022.

(b) Quinto caminhão-betoneira.

(c) Sexto caminhão-betoneira.



(d) Nota Fiscal 129593.



(e) Nota Fiscal 39783.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Por sua vez, o **sexto** caminhão-betoneira daquela noite foi o de Placa **RELOC85** com numeração **CB-229**, que chegou ao canteiro de obras por volta das 19:42. A evidência dessas informações podem ser obtidas tanto na planilha de concretagem da supervisora (Figura 2.31) quanto nas fotos da equipe de auditoria (Figuras 2.35 *c* e *e*).

Só que a supervisora indicou em seu laudo de contraprova (Figura 2.30) que o terceiro exemplar foi moldado a partir do concreto do sexto caminhão-betoneira, como dito, tendo indicado erroneamente a Nota Fiscal 39783. Ainda que isso possa ter sido um erro por descuido, o mesmo não pode ser dito acerca do horário consignado para a moldagem (“*Hora Moldagem*”). Segundo a supervisora, ela havia moldado o terceiro exemplar às **20:08** (Figura 2.30). Ora, a prova cabal de que isso **não é verdade** está na foto da equipe de auditoria (Figura 2.36), em que se registrou que ela estava moldando a terceira fileira de corpos de prova às **19:42 (26 minutos antes)**. Nesse mesmo instante, o executante estava moldando a quinta fileira (quinto exemplar), denotando novamente tratar-se do quinto caminhão-betoneira (atente-se que a primeira fileira de corpos de prova do executante está atrás da perna do profissional a serviço da supervisora).

Figura 2.36 – Moldagem de corpos de prova do quinto caminhão-betoneira (Nota Fiscal 129593).



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Assim sendo, uma vez comprovado que a supervisora, de fato, realizou ensaio de contraprova para o mesmo concreto do Exemplar 267 do IST/DF (Nota Fiscal 129593 – Figura 2.29), verifica-se que, ao contrário do resultado do IST/DF, que indica uma não conformidade, o resultado da supervisora denota um caso de conformidade, nos termos da NBR 12655 da ABNT.

Ainda assim, subsiste a tese de que a Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 8) apresentou reduções de resistência significativas ($\Delta < -10\%$), a partir dos resultados do IST/DF para os Exemplares 270, 271 e 272, motivando que os projetistas tenham de avaliar a capacidade resistente (segurança) da referida laje.



Em acréscimo, releva destacar também uma particularidade ocorrida no dia da concretagem envolvendo o concreto do Exemplar 270 do IST, que apresentou uma redução de resistência do concreto significativa de **-13,71%**. É possível concluir da planilha de acompanhamento da concretagem da supervisora (Figura 2.31) que o oitavo caminhão-betoneira (CB228 e Nota Fiscal 129594) saiu da usina às 19:52 e chegou ao canteiro às 20:18, tendo iniciado a descarga somente às 22:27 (duas horas depois) e terminado às 22:43, perfazendo um período de tempo total de **171 min** desde a primeira adição de água. Ou seja, **superou o prazo máximo de 150 min** recomendado pela NBR 7212 da ABNT. Igualmente, a equipe de auditoria não identificou, nos documentos constantes dos autos, nenhum registro de utilização de aditivos que viabilizasse tal extrapolação de tempo.

Eixo 1-2 (OAE 8)

Em relação à laje do **Eixo 1-2 (OAE 8)**, segundo o Relatório de Ensaio N° 3740-2/2022 do IST/DF (Figura 2.37), dos 11 exemplares do IST/DF moldados no dia 30/7/2022 e rompidos no dia 26/8/2022 (27 dias depois), apenas os Exemplares 277, 279, 281 e 282 apresentaram resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) respectivas de 33,5 MPa, 31,2 MPa, 30,5 MPa e 33,0 MPa, isto é, resistências **4,29%, 10,86%, 12,86% e 5,71% aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 35 MPa$). Logo, entende-se que a redução de resistência do concreto dos Exemplares 279 e 281 são significativas do ponto de vista da capacidade resistente ($\Delta < -10\%$).

Figura 2.37 – Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro (Eixo 1-2 – OAE 8) elaborado pelo IST/DF.

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial PELO FUTURO DO TRABALHO		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO			INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA CONSTRUÇÃO CIVIL		ENSAIO ABNT NBR NBR 5739:2018 CRL 1284	
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio N° 3740-2/2022								
Código de autenticidade: 579154465630d1								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - - Brasília / DF			Contrato N° 8/2022			
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON		Local de concretagem TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08			Fck especificado 35,0 MPa			
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova		
30/07/2022		02/08/2022		26/08/2022		Retífica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP		Elementos concretados	
					27	Resistência (MPa)		
273	129742	676403	99.7	199.2	39.1	39.1	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08 1° CB FEZ PVS-1,2,3,4 EIXO-08	
		676404	98.9	199.1	38.4			
274	129746	676407	99.5	198.5	39.4	39.4	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676408	99.7	199.5	37.1			
275	39839	676411	99.2	197.1	39.7	42.0	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676412	99.8	198.9	42.0			
276	39840	676415	98.6	197.4	37.7	37.7	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676416	99.6	197.3	34.9			
277	129751	676419	99.5	196.8	33.5	33.5	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676420	99.4	196.6	31.5			
278	39841	676423	100.1	198.1	43.1	43.1	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676424	97.7	199.9	43.0			
279	129252	676427	99.7	196.1	31.2	31.2	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676428	98.2	197.9	29.2			
280	39842	676431	98.1	199.5	37.3	39.9	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676432	99.3	199.4	39.9			
281	129754	676435	99.6	199.1	27.4	30.5	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676436	99.7	196.4	30.5			
282	129756	676439	98.4	198.4	33.0	33.0	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676440	99.5	198.3	31.5			
283	39843	676443	99.7	199.6	33.9	35.3	TABULEIRO DO EIXO 2-1 DA OAE-08	
		676444	100.7	196.9	35.3			

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 579154465630d1.

Em busca de detalhes nos laudos de contraprova da supervisora (SEI nº 100781159, p. 55), notou-se que ela **não moldou** corpos de prova para exercer seu controle tecnológico da laje do tabuleiro (Eixo 1-2 – OAE 8).

Por outro lado, no tocante à execução desses elementos *in loco*, observou-se da “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 93044978, p. 25) que a concretagem da laje do Eixo 1-2 começou no período da tarde (às 16:37) e terminou à noite (por volta das 20:47) do dia 30/7/2022 (um sábado), ou seja, mais um caso de concretagem no período noturno (Figura 2.38).

Figura 2.38 – Concretagem da Laje do Tabuleiro (Eixo 1-2 – OAE 8).



Fonte: “*RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 13 (RAO 13)*”, de 7/2022 (SEI nº 93044724, p. 67).

Eixo 2-3 (OAE 9)

Quanto à laje do **Eixo 2-3** (OAE 9), consoante o Relatório de Ensaio Nº 4133-2/2022 do IST/DF (Figura 2.39), dos 11 exemplares do IST/DF moldados no dia 17/8/2022 e rompidos no dia 14/9/2022 (28 dias depois), oito deles (os Exemplos 301, 302, 303, 306, 307, 308, 309 e 310) apresentaram resultados de não conformidade, com resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) respectivas de 30,8 MPa, 30,3 MPa, 34,2 MPa, 30,5 MPa, 31,4 MPa, 28,4 MPa, 32,6 MPa e 30,8 MPa, isto é, resistências **-12,00%**, **-13,43%**, **-2,29%**, **-12,86%**, **-10,29%**, **-18,86%**, **-6,86%** e **-12,00%** **aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 35$ MPa). Logo, entende-se que a redução de resistência do concreto dos Exemplos 301, 302, 306, 307, 308 e 310 são significativas do ponto de vista da capacidade resistente ($\Delta < -10\%$).

Figura 2.39 – Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 9) elaborado pelo IST/DF.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO						
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio Nº 4133-2/2022								
Código de autenticidade: 365667073633eb								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 --- Brasília / DF			Contrato Nº 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem 2º TABULEIRO OAE-09			Fck especificado 35,0 MPa		
Data da moldagem 17/08/2022			Data de Recebimento 19/08/2022		Data do ensaio 14/09/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retífica	
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP 28		Elementos concretados	
					Resistência (MPa)			
300	130717	682203	99.1	197.0	35.6	37.4	2º TABULEIRO OAE-09	
		682204	99.9	196.5	37.4			
301	130718	682208	99.7	197.9	30.8	30.8	2º TABULEIRO OAE-09	
		682205	100.1	197.3	30.4			
302	130724	682211	99.5	197.8	30.1	30.3	2º TABULEIRO OAE-09	
		682212	99.6	198.3	30.3			
303	130726	682215	99.1	197.3	31.5	34.2	2º TABULEIRO OAE-09	
		682216	99.2	198.0	34.2			
304	130729	682221	99.9	196.9	36.2	36.2	2º TABULEIRO OAE-09	
		682222	100.3	197.0	34.8			
305	130730	682225	100.1	197.2	38.6	38.6	2º TABULEIRO OAE-09	
		682226	98.9	196.1	37.8			
306	130733	682230	98.5	196.4	29.6	30.5	2º TABULEIRO OAE-09	
		682227	99.8	197.6	30.5			
307	130734	682233	98.9	197.0	31.4	31.4	2º TABULEIRO OAE-09	
		682234	100	198.0	30.0			
308	130736	682237	99.6	198.1	28.4	28.4	2º TABULEIRO OAE-09	
		682238	100.1	196.8	25.5			
309	130738	682241	98.5	198.1	32.6	32.6	2º TABULEIRO OAE-09	
		682242	100.2	197.2	29.0			
310	130739	682348	99.1	198.1	28.0	30.8	2º TABULEIRO OAE-09	
		682349	98.6	196.5	30.8			

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 365667073633eb.

Da Figura 2.39, é possível concluir, com base no número de exemplares moldados pelo IST/DF, que foram necessários 11 caminhões-betoneiras para concretar a Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 9).

Ao recorrer ao “*RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 15 (RAO 15)*” de 9/2022 da supervisora, verificou-se que foram acostados os resultados dos ensaios de contraprova de apenas de cinco exemplares (10 corpos de prova ao todo) (Figura 2.40).

Figura 2.40 – Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 9) elaborado pela supervisora.

JPSK		FUTURE												
Geotecnia - Construções		ENGENHARIA PARA ALÉM DA TÉCNICA												
LAUDO DE CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 5738)														
FIRMA: ETERC		RESPONSÁVEL TÉCNICO: _____ DF												
OBRA: VIADUTO DA EPIG														
Nº corpo prova	Nº Nota	Fornecedor	Caminhão Betoneira	Slump (mm)	Horário		Peça Estrutural	Hora Moldagem (h)	Qtd C.P.	Data		Rompimento	Carga (t)	Pressão de ruptura (Mpa)
					Início Descar	Final Descar				Moldagem	Ruptura			
311	130717	CONCRECON	JKN7F04	13,0	17:30	17:45	Viaduto - Tabuleiro	17:24	2	17/08/22	14/09/22	28	30,4	38,7
312										14/09/22	28	26,5	33,7	
313	130724	CONCRECON	JKN6916	12,0	18:18	18:37	Viaduto - Tabuleiro	18:15	2	17/08/22	14/09/22	28	28,9	36,8
314										14/09/22	28	29,0	36,9	
315	130729	CONCRECON	JH9938	11	19:10	19:20	Viaduto - Tabuleiro	19:06	2	17/08/22	14/09/22	28	26,8	34,1
316										14/09/22	28	28,3	36,0	
317	130733	CONCRECON	JH9928	13	19:44	20:15	Viaduto - Tabuleiro	19:42	2	17/08/22	14/09/22	28	23,8	30,3
318										14/09/22	28	28,0	35,7	
319	130736	CONCRECON	REF6I67	11	20:20	20:50	Viaduto - Tabuleiro	20:14	2	17/08/22	14/09/22	28	22,5	28,6
320										14/09/22	28	25,0	31,9	

Fonte: “*RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 15 (RAO 15)*” de 9/2022 (SEI nº 100789223, p. 100).

A partir da comparação das informações constantes dos laudos do IST/DF e da supervisora (Tabela 2.6), verifica-se que das cinco amostras coletadas pela supervisora para contraprova, três são de caminhões-betoneiras que tiveram resultado de resistência do concreto não conforme, segundo o laudo do IST/DF (Exemplares 302, 306 e 308).

A mais disso, desses três resultados de contraprova, dois deles (concretos fornecidos sob Notas Fiscais 130724 e 130733) indicaram resistências acima da especificada em projeto ($\Delta > 0$ ou $f_{ck,est} > f_{ck}$) e um deles (concreto fornecido sob Nota Fiscal 130736) indicou resistência **abaixo** da especificada em projeto, sem que tenha tido qualquer apontamento a respeito por parte da supervisora, quando da avaliação dos serviços.

Tabela 2.6 – Comparação dos resultados de ensaios do IST/DF e da supervisora para o concreto da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 9).

Nota Fiscal	Exemplar		Resistência de Ensaio		Diferença
	IST/DF	Supervisora	IST/DF	Supervisora	
130717	300	CP 311 CP 312	37,4 MPa	38,7 MPa	3,48%
130718	301	- -	30,8 MPa	-	-
130724	302	CP 313 CP 314	30,3 MPa	36,9 MPa	21,78%
130726	303	- -	34,2 MPa	-	-
130729	304	CP 315 CP 316	36,2 MPa	36,0 MPa	-0,55%
130730	305	- -	38,6 MPa	-	-
130733	306	CP 317 CP 318	30,5 MPa	35,7 MPa	17,05%
130734	307	- -	31,4 MPa	-	-
130736	308	CP 319 CP 320	28,4 MPa	31,9 MPa	12,32%
130738	309	- -	32,6 MPa	-	-
130739	310	- -	30,8 MPa	-	-

Fonte: Relatório nº 4133-2/2022 do IST/DF (código de autenticidade: 365667073633eb) e “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 15 (RAO 15)” de 9/2022 (SEI nº 100789223, p. 100).

Ademais, note-se da Tabela 2.6 que, dos seis exemplares do IST/DF com **redução** de resistência **significativa** – Exemplares 301, 302, 306, 307, 308 e 310 –, três deles **não tiveram contraprova** por parte da supervisora – Exemplares 301, 307 e 310, com Notas Fiscais 130718, 130734 e 130739, respectivamente.

Diante disso, ainda subsiste a tese de que a Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 9) apresentou redução de resistência significativa ($\Delta < -10\%$), com base no ensaio procedido pelo IST/DF, motivando que os projetistas tenham de avaliar a capacidade resistente (segurança) da referida laje.

Em acréscimo, no tocante à execução desses elementos *in loco*, observou-se da “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 100781159, p. 117) que a concretagem da laje do Eixo 2-3 começou no período da tarde (às 17:

35) e terminou à noite (por volta das 20:56) do dia 17/8/2022, ou seja, mais um caso de concretagem no período noturno (Figura 2.41).

Figura 2.41 – Concretagem da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3 – OAE 9).



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Inclusive, tal situação de concretagem em período noturno – e os riscos associados a isso – foi registrada pela supervisora em seu “*RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA N° 14 (RAO 14)*”, de 8/2022:

Outro fator que merece ser **alertado e evitado são as sucessivas realizações de concretagens durante os períodos noturnos** além do expediente normal de trabalho. Nestes trabalhos verifica-se **baixo índice de iluminação artificial propiciando a ocorrência de acidentes bem como o comprometimento da qualidade dos produtos executados**. Além disso, podem ocorrer possíveis e futuras **reclamações trabalhistas** contra o Contratado e o Contratante.

Importa destacar que estes períodos noturnos trabalhados em nossos registros diários:

- Concretagem do tabuleiro OAE 09 – EIXOS 1/2 – Início da Descarga do concreto às 17:25 hrs do dia 05/08/2022 e fim da descarga de concreto às 21:30 hrs;
- Concretagem do tabuleiro OAE 09 – EIXOS 2/3 – Início da Descarga do concreto às 17:35 hrs do dia 17/08/2022 e fim da descarga de concreto às 20:56 hrs;

Dessa forma, se tomar como referência o início dos trabalhos às 07:00 hrs, na primeira e segunda concretagem supracitadas, a equipe trabalhou aproximadamente 13 horas. Assim, reitera-se a importância da Contratada em reavaliar e evitar situações análogas. (SEI nº 100781159, p. 3, grifo nosso)

Eixo 1-2 (OAE 9)

Por sua vez, em relação à laje do **Eixo 1-2 (OAE 9)**, consoante o Relatório de Ensaio N° 3930-2/2022 do IST/DF (Figura 2.42), dos 11 exemplares do IST/DF moldados no dia 5/8/2022 e rompidos no dia 2/9/2022 (28 dias depois), seis deles (os Exemplares 286, 287, 290, 293, 294 e 295) apresentaram resultados de não conformidade, com resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) respectivas de 32,8 MPa, 34,8 MPa, 32,0 MPa, 28,4 MPa, 33,5 MPa e 29,7 MPa, isto é,

resistências **-6,29 %**, **-0,57 %**, **-8,57 %**, **-18,86 %**, **-4,29 %** e **-15,14 %** **aquém** da exigida em projeto ($f_{ck} = 35 \text{ MPa}$). Logo, entende-se que a redução de resistência do concreto dos Exemplares 293 e 295 são significativas do ponto de vista da capacidade resistente ($\Delta < -10\%$).

Figura 2.42 – Laudo de resistência do concreto da Laje do Tabuleiro (Eixo 1-2 – OAE 9) elaborado pelo IST/DF.

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial PELO FUTURO DO TRABALHO		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO			INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA CONCRETIZAÇÃO ENL		ENSAIO ABNT NBR 5739:2018 CHL 1284	
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio N° 3930-2/2022								
Código de autenticidade: 9867162996319f								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 - - Brasilia / DF			Contrato N° 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CONCRECON			Local de concretagem LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09			Fck especificado 35.0 MPa		
Data da moldagem		Data de Recebimento		Data do ensaio		Tipo de capeamento dos corpos de prova		
05/08/2022		11/08/2022		02/09/2022		Retífica		
Série dos CP's	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP	Elementos concretados		
285	130142	671792	99.5	198.8	28	38.0	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671793	99.1	198.5	37.0			
286	130143	671796	99.5	198.4	32.7	32.8	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671797	98.7	198.4	32.8			
287	130145	671800	99.4	198.4	32.8	34.8	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671801	99.5	198.4	34.8			
288	130148	671804	99.7	198.8	36.2	39.8	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671805	99.7	198.4	39.8			
289	130149	671808	99.1	198.3	34.7	37.0	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671809	99.3	198.6	37.0			
290	130151	671812	99.7	198.3	31.9	32.0	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671813	99.7	198.8	32.0			
291	130153	671816	99.7	198.3	38.6	38.6	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671817	99.2	198.8	38.3			
292	130152	671820	98.8	198.4	35.3	35.3	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671821	99.5	198.6	32.1			
293	130154	671824	100	197.9	28.4	28.4	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671825	99.7	198.7	28.4			
294	130157	671828	99.5	198.7	33.5	33.5	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671829	99.2	198.6	32.9			
295	130158	671832	99.7	198.4	29.7	29.7	LAJE DO TABULEIRO DO EIXO 1-2 OAE-09	
		671833	98.2	197.6	29.0			

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 9867162996319f.

Da Figura 2.42, é possível concluir, com base no número de exemplares moldados pelo IST/DF, que foram necessários 11 caminhões-betoneiras para concretar a Laje do Tabuleiro (Eixo 1-2 – OAE 9).

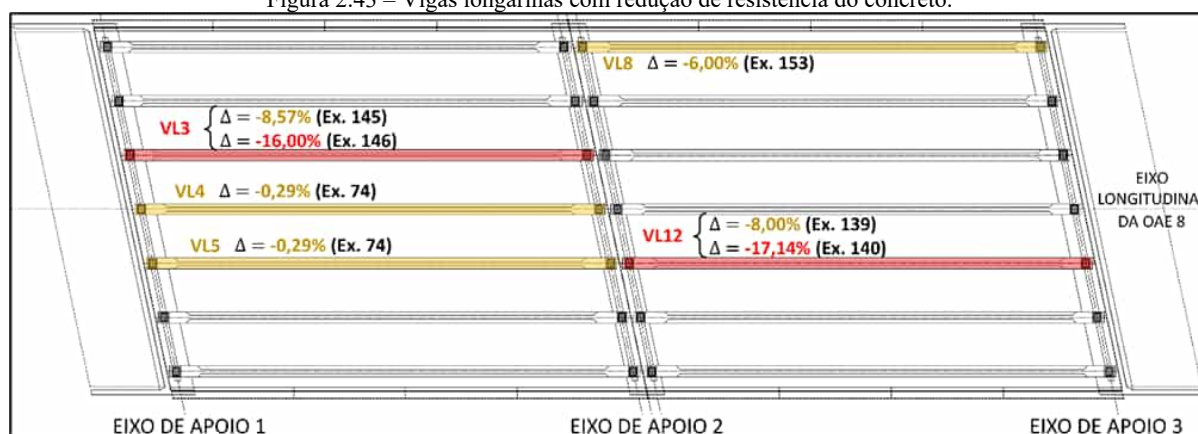
Em busca de detalhes nos laudos de contraprova da supervisora (SEI nº 100789223, p. 86/100), notou-se que ela **não moldou** corpos de prova para exercer seu controle tecnológico da laje do tabuleiro (Eixo 1-2 – OAE 9).

No tocante à execução desse elemento *in loco*, observou-se da “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 100781159, p. 115) que a concretagem da laje do Eixo 1-2 começou no período da tarde (às 17:25) e terminou à noite (por volta das 21:30) do dia 5/8/2022, ou seja, mais um caso de concretagem no período noturno.

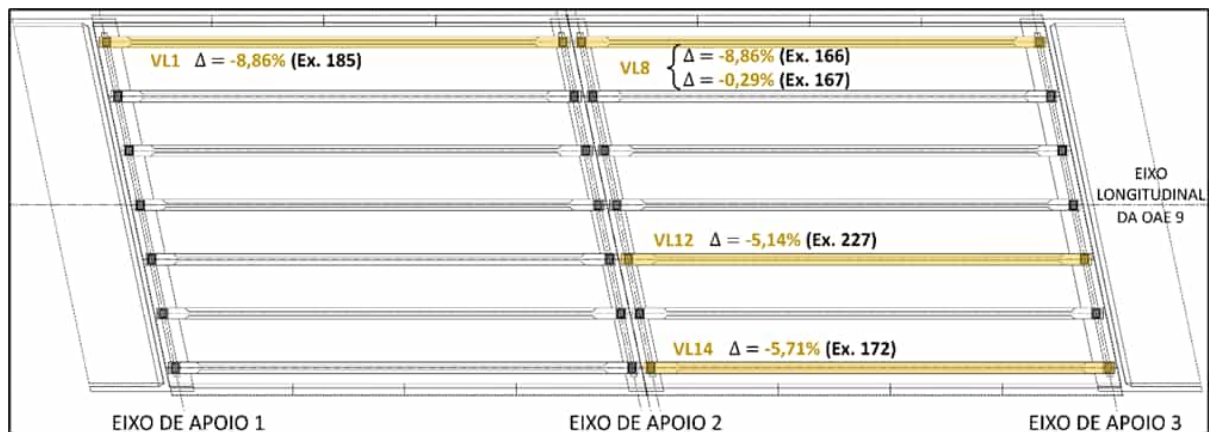
Vigas Longarinas

As vigas longarinas cujos exemplares (Ex.) do IST/DF forneceram resultados de não conformidade estão mostradas na Figura 2.43. Igualmente ao procedido até aqui, os elementos destacados em amarelo representam situações em que não poderá haver aceitação automática do concreto no estado endurecido, segundo o que preconiza a NBR 12655 da ABNT ($f_{ck,est} < f_{ck}$). Já os elementos destacados em vermelho são casos mais significativos em que $\Delta < -10\%$ ($f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$). Portanto, os elementos que merecem destaque são as Vigas Longarinas VL3 ($\Delta = -16,00\%$) e VL12 ($\Delta = -17,14\%$), ambas da OAE 8.

Figura 2.43 – Vigas longarinas com redução de resistência do concreto.



(a) OAE 8.






(b) OAE 9.

Fonte: Adaptado da “FOLHA 05/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 212).

Viga Longarina VL3 (OAE 8)

Segundo o Relatório de Ensaio N° 1608-2/2022 do IST/DF (Figura 2.44), os dois exemplares referentes à Viga Longarina VL3 (OAE 8) – os Exemplares 145 e 146, moldados no dia 13/4/2022 e rompidos no dia 11/5/2022 (28 dias depois) – apresentaram resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) respectivas de 32,0 MPa e 29,4 MPa, quando a resistência de projeto (f_{ck}) era de 35 MPa. Ou seja, as resistências de ensaio foram respectivamente **8,57% e 16,00% inferiores** à de projeto, configurando casos de não conformidade por redução de resistência do concreto e que, por conta de o Exemplar 146 ter apresentado uma redução significativa ($\Delta = -16,00\%$), entende-se que a peça precisa ser avaliada pelos projetistas.

Figura 2.44 – Laudo de resistência do concreto da Viga Longarina VL3 (OAE 8) elaborado pelo IST/DF.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO					
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018							
Relatório de Ensaio Nº 1608-2/2022							
Código de autenticidade: 107564437627e6							
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG		Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 --- Brasília / DF			Contrato Nº II/2022		
Obra SQSW 104							
Central de concreto CONCRECON		Local de concretagem VIGA LONGARINA 03, 14 OAE 08				Fck especificado 35,0 MPa	
Data da moldagem 13/04/2022		Data de Recebimento 20/04/2022		Data do ensaio 11/05/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retífica	
Série dos CPs	Nota fiscal do fornec. do concreto	Código de barras	Diâmetro do Corpo de Prova (mm)	Altura do Corpo de Prova (mm)	Idade do CP 28		Elementos concretados
					Resistência (MPa)		
145	36189	60201	99,5	198,8	32,0	32,0	VIGA LONGARINA 03, OAE 08
		60200	99,5	198,2	30,4		
146	36191	60197	99,4	198,4	26,7	29,4	VIGA LONGARINA 03, OAE 08
		60196	99,5	198,2	29,4		

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 107564437627e6.

Em busca de pormenores nos laudos de contraprova da supervisora (SEI nº 89184540, p. 132/146), notou-se que ela **não moldou** corpos de prova para exercer seu controle tecnológico da Viga Longarina VL3 (OAE 8).

Viga Longarina VL12 (OAE 8)

De acordo com o Relatório de Ensaio Nº 1420-2/2022 do IST/DF (Figura 2.45), os dois exemplares referentes à Viga Longarina VL12 (OAE 8) – os Exemplares 139 e 140, moldados no dia 31/3/2022 e rompidos no dia 28/4/2022 (28 dias depois) – apresentaram resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) respectivas de 32,2 MPa e 29,0 MPa, quando a resistência especificada em projeto (f_{ck}) era de 35 MPa. Ou seja, as resistências de ensaio foram respectivamente **8,00% e 17,14% inferiores** à de projeto, configurando casos de não conformidade por redução de resistência do concreto e que, por conta de o Exemplar 140 ter apresentado uma redução significativa ($\Delta = -17,14\%$), entende-se que o elemento precisa ser avaliado pelos projetistas.

Figura 2.45 – Laudo de resistência do concreto da Viga Longarina VL12 (OAE 8) elaborado pelo IST/DF.

		ENSAIO DE COMPRESSÃO DE CORPO DE PROVA CILÍNDRICO DE CONCRETO						
Norma de Referência: ABNT NBR 5739:2018								
Relatório de Ensaio Nº 1420-2/2022								
Código de autenticidade: 564008653626bd								
Empresa CONSORCIO VIADUTO EPIG			Endereço SIG QUADRA 4 NUMERO 75 BLOCO A SALA 203 --- Brasilia / DF			Contrato Nº 8/2022		
Obra SQSW 104								
Central de concreto CIPLAN			Local de concretagem VIGA LONGARINA VL13 E VL12 OAE 08			Fck especificado 35,0 MPa		
Data da moldagem 31/03/2022		Data de Recebimento 07/04/2022		Data do ensaio 28/04/2022		Tipo de capeamento dos corpos de prova Retífica		
Série dos CP's 139	Nota fiscal do fornec. do concreto 83031	Código de barras 61812	Diâmetro do Corpo de Prova (mm) 98.7	Altura do Corpo de Prova (mm) 198.9	Idade do CP 28		Elementos concretados VL12 OAE 08	
					Resistência (MPa) 29.6 32.2			
140	83032	61811	98.3	197.4	32.2		VL12 OAE 08	
		61814	99.2	198.6	27.4 29.0			
		61813	100.2	199.2	29.0		VL12 OAE 08	

Fonte: Adaptado do sítio do IST/DF, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>. Clicar em “Validar relatório” e inserir o seguinte código de autenticidade: 564008653626bd.

Ao recorrer ao laudo de resistência do concreto da Viga Longarina VL12 (OAE 8) produzido pela supervisora (Figura 2.46), verificou-se que também **não foram realizados** ensaios de contraprova, embora tenha sido indicada a moldagem de corpos de prova para o elemento.

Figura 2.46 – Laudo de resistência do concreto da Viga Longarina VL12 (OAE 8) elaborado pela supervisora.

		LAUDO DE CONCRETO - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (NBR 5738)												
FIRMA: ETERC OBRA: VIADUTO DA EPIG												RESPONSÁVEL TÉCNICO:		
Nº corpo prova	Nº Nota	Fornecedor	Caminhão Betoneira	Slump (mm)	Horário		Peça Estrutural	Hora Moldagem (h)	Qtd C.P.	Data		Rompiemento	Carga (t)	Pressão de ruptura (Mpa)
					Início Descar	Final Descar				Moldagem	Ruptura			
271	83031	CIPLAN	LTOZE86	24	16:35	16:39	Viga 12 - OAE 08	16:39	2	31/03/22	07/04/22	7		0,0
272											28/04/22	28		0,0
273	83032	CIPLAN	LTO9C77	25	17:14	17:32	Viga 12 - OAE 08	17:15	2	31/03/22	07/04/22	7		0,0
274											28/04/22	28		0,0

Fonte: Adaptado do “RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO DA OBRA Nº 10 (RAO 10)”, de 4/2022 (SEI nº 87168614, p. 10).



Durabilidade

Ainda que a análise ora empreendida tenha sido feita à luz do requisito da capacidade resistente (segurança), é preciso recordar que as estruturas de concreto também têm de atender ao requisito da durabilidade, como salientado no subitem III.3 do Anexo III. A saber, durabilidade (*durability*) é a capacidade do concreto de resistir à ação de intempéries, ao ataque químico, à abrasão e ou qualquer outro processo de deterioração (ACI 201.2R-01 [2.42]), ou seja, é a “*capacidade de resistir às agressões provenientes do meio externo*” (FUSCO, 2008, p. 41). Assim, “*um concreto durável preservará sua forma, qualidade e capacidade de uso originais quando exposto ao ambiente de uso para o qual foi projetado*” (ACI 201.2R-01).

A importância de se ater à durabilidade é tamanha que, segundo Lima (2005, p. 713), ainda que o concreto tenha sido devidamente especificado em projeto e executado na obra, existe a possibilidade de o meio ambiente fazer com que a vida útil da estrutura seja reduzida significativamente. É por isso que os profissionais responsáveis pelas etapas de planejamento, de projeto, de fabricação e fornecimento (de materiais, componentes e equipamentos), bem como de execução (Figura III.1 do Anexo III) devem obedecer às normas pertinentes e zelar por um processo de qualidade que vise cumprir com a vida útil requerida (BOLINA, TUTIKIAN e HELENE, 2019, p. 11), isto é, com o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas. [2.43] A NBR 6118 da ABNT vai além ao incluir os proprietários (etapa de utilização), porquanto estabelece que “*A durabilidade das estruturas de concreto requer cooperação e atitudes coordenadas de todos os envolvidos nos processos de projeto, construção e utilização*” [2.44].

Ocorre que, no projeto executivo readequado em fase de obra, o projetista revisor consignou, no campo “*OBSERVAÇÕES*” da “*FOLHA 01/16*” (SEI nº 81045767), que “*NÃO É ESCOPO DO PROJETO ESTRUTURAL A DEFINIÇÃO DA VIDA ÚTIL [sic] DA OBRA*”, dado que “*AO PROJETO ESTRUTURAL, CABE ESTABELEECER AS DIRETRIZES E CRITÉRIOS MÍNIMOS QUE VISAM A DURABILIDADE*” descritos na “*NBR 6118, ITEM 6 E 7*”. Para ele, na verdade, “*CABE AO PROPRIETÁRIO ESTABELEECER A VIDA ÚTIL DA OBRA, E PROVIDENCIAR MANUAL DE UTILIZAÇÃO, INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO DA OBRA*”.

Pede-se vênia ao profissional, mas tais observações não merecem prosperar. De início, é preciso saber que a vida útil (expressa em anos), é estabelecida por várias normas e códigos de estruturas de concreto (Tabela 2.7). Nesse sentido, a vida útil de projeto – VUP mínima é de 50 anos para a maioria das estruturas e 100 anos para estruturas civis, tais como obras de infraestrutura, pontes, viadutos e barragens.

Tabela 2.7 – Vida útil de projeto (VUP) mínima para várias normas.

Tipo de estrutura	BS 7543 (1992)	ISO 2394 (1998)	Fib 34 (2006) e EN 206-1 (2007)	NBR 15575 (2013)	Fib 53 (2010)
Temporárias	= 10 anos	1 a 5 anos	=10 anos	-	-
Partes estruturais substituíveis (Ex.: apoios)	= 10 anos	= 25 anos	10 a 25 anos	23 a 20 anos	25 a 30 anos
Estruturas para agricultura e semelhantes	-	-	15 a 30 anos	-	-
Estruturas <i>offshore</i>	-	-	-	-	= 35 anos
Edifícios industriais e reformas	= 30 anos	-	-	-	-
Edifícios e outras estruturas comuns	-	= 50 anos	= 50 anos	50 anos	= 50 anos
Edifícios novos e reformas de edifícios públicos	= 60 anos	-	-	-	-
Edifícios monumentais, pontes e outras estruturas de engenharia civil	= 120 anos	= 100 anos	= 100 anos	-	= 100 anos
Edifícios monumentais	-	-	-	-	= 200 anos

Fonte: DAL MOLIN *et al.* (2016, p. 232).

É por essa razão que o DNIT, por exemplo, especifica que, no caso de pontes e viadutos rodoviários, “*A durabilidade desejada já foi de cinquenta anos e, atualmente, é igual ou superior a cem anos*” (BRASIL, 2010, p. 39, grifo nosso).

Além disso, de acordo com a NBR 6118 da ABNT, os requisitos de uso e manutenção das estruturas de concreto são prescritos **pelo projetista e pelo executante**[2.45], sendo que, nos termos da NBR 5671 da ABNT, cabe ao **executante fornecer ao proprietário** o manual de utilização, inspeção e manutenção do empreendimento e prestar as informações necessárias nos casos omissos ou duvidosos[2.46]. Nesse diapasão, a NBR 6118 da ABNT também preceitua que o referido manual deve ser produzido por profissional habilitado, que o elaborará a partir das informações dos projetos, materiais e produtos utilizados e da execução da obra. Além disso, o manual deve especificar, de forma clara e sucinta, os requisitos básicos para a utilização e a manutenção preventiva, necessários para garantir a vida útil prevista para a estrutura[2.47].

Ou seja, ainda que as especificações de projeto[2.50] não tenham consignado expressamente, pode-se dizer que a VUP mínima das OAE 8 e 9 é de 100 anos e que cabe ao executante fornecer à Administração o manual de utilização, inspeção e manutenção do empreendimento.

Portanto, como a vida útil da estrutura e sua durabilidade estão intimamente associadas, elas serão analisadas agora sob dois enfoques: um envolvendo a agressividade

ambiental prevista em projeto e outro tratando das técnicas construtivas empregadas durante a execução das estruturas dos viadutos.

Agressividade do meio ambiente prevista em projeto

No tocante à agressividade do meio ambiente, é sabido que ela está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento estrutural[2.48]. Ou seja, são ações provenientes do meio ambiente em que as estruturas de concreto são construídas e que apresentam **risco de deterioração**, independentemente das cargas previstas em projeto.

De acordo com a NBR 6118 da ABNT, as classes de agressividade ambiental – CAA podem ser descritas da seguinte maneira:

Tabela 2.8 – Classes de agressividade ambiental (CAA).

CAA	Agressividade	Tipo de Ambiente	Risco de Deterioração da Estrutura
I	Fraca	Rural ou Submersa	Insignificante
II	Moderada	Urbana	Pequeno
III	Forte	Marinha ou Industrial	Grande
IV	Muito Forte	Industrial ou Respingos de Maré	Elevado

Fonte: Tabela 6.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.

Nesse sentido, consoante discorrido no início do subitem III.4 do Anexo III, a resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}), apesar de ser uma propriedade estritamente mecânica, está intimamente relacionada à durabilidade do concreto. Em outras palavras, o f_{ck} especificado no projeto pode não se referir apenas ao requisito de segurança estrutural, pois há condicionantes de projeto que levam o projetista a **aumentá-la** para atender ao requisito de durabilidade. Exemplo disso é quando se deseja aumentar a impermeabilidade ou a durabilidade ao especificar uma relação água/cimento[2.49] baixa, que conseqüentemente resultará no aumento da resistência à compressão, de modo que o concreto ficará com **sobra de resistência** (TANGO, 2005, p. 511).

Prova disso é que a própria NBR 6118 da ABNT, reconhece expressamente a “*existência de uma forte correspondência entre a relação água/cimento e a resistência à compressão do concreto e a sua durabilidade*”. Tanto é assim que ela prevê relações água /cimento máximas e classes de resistência mínimas para os concretos estruturais (armados ou protendidos) em função da CAA:

Tabela 2.9 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto.

Concreto	Tipo	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento	Concreto Armado	= 0,65	= 0,60	= 0,55	= 0,45
	Concreto Protendido	= 0,60	= 0,55	= 0,50	= 0,45
Classe de resistência (NBR 8953 da ABNT)	Concreto Armado	= C20	= C25	= C30	= C40
	Concreto Protendido	= C25	= C30	= C35	= C40

Fonte: Tabela 7.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.

Pois bem, tanto o projeto executivo original quanto o readequado em fase de obra previram que as estruturas dos viadutos estariam situadas em um ambiente urbano, com agressividade moderada e pequeno risco de deterioração, isto é, CAA II (Figura 2.47).

Figura 2.47 – Classe de agressividade ambiental adotada nos projetos estruturais.

<p>1 INTRODUÇÃO 1.1 Generalidades A estrutura foi projetada para a classe de agressividade ambiental CAA II</p>	<p>1.3 - DIRETRIZES PARA DURABILIDADE DA ESTRUTURA DE CONCRETO 1.3.1 - Classe de agressividade ambiental: II 1.3.2 - Agressividade: Moderada 1.3.3 - Classificação ambiental: Urbana 1.3.4 - Risco de deterioração da estrutura: Pequeno 1.3.5 - Umidade relativa do ar: 70% 1.3.6 - Temperatura ambiente considerada: 20°C</p>
---	---

(a) Adaptado do projeto original.

(b) Adaptado do projeto readequado.

 Fonte: (a) SEI n^{os} 26969403 ou 38855542, p. 6; e (b) SEI n^o 94287093, p. 5.

Diante dessas informações, pode-se concluir que, para atender ao requisito da durabilidade, os elementos estruturais das OAE 8 e 9 confeccionados em concreto protendido (que é o caso apenas das vigas longarinas) devem **necessariamente** apresentar resistência característica do concreto à compressão mínima ($f_{ck,min}$) de 30 MPa (Classe C30), enquanto que os elementos em concreto armado (que são todas as outras peças), $f_{ck,min} = 25 MPa$ (Classe C25).

Ocorre que não é isso que se verifica ao compulsar novamente alguns dos casos de não conformidade da Tabela 2.2, que estão destacados na sequência:

 Tabela 2.10 – Elementos estruturais cuja resistência de ensaio ($f_{ck,est}$) não atende ao requisito mínimo de durabilidade.

Exemplares IST/DF Não Conformes	Elemento Concretado	Descrição	OAE	Resistência Projeto (f_{ck})	Resistência Ensaio ($f_{ck,est}$)	Espécie Concreto	Critério Não Atendido
140	Viga Longarina	VL12	8	35	29,0	Protendido	$f_{ck,est} < 30$
146	Viga Longarina	VL3	8	35	29,4	Protendido	$f_{ck,est} < 30$
159	Blocos e Viga Travamento	Eixo 2	9	25	24,5	Armado	$f_{ck,est} < 25$
177	Viga Coroamento	Eixo 3	9	25	23,9	Armado	$f_{ck,est} < 25$



Exemplares IST/DF Não Conformes	Elemento Concretado	Descrição	OAE	Resistência Projeto (f_{ck})	Resistência Ensaio ($f_{ck,est}$)	Espécie Concreto	Critério Não Atendido
182	Viga Coroamento	Eixo 3	9	25	21,2	Armado	$f_{ck,est} < 25$
182	Pré-laje Tipo 1	22 und	?	25	21,2	Armado	$f_{ck,est} < 25$
183	Pré-laje Tipo 1	59 und	?	25	23,9	Armado	$f_{ck,est} < 25$
184	Pré-laje Tipo 1	59 und	?	25	20,3	Armado	$f_{ck,est} < 25$
209	Viga Coroamento	Eixo 3	8	25	23,8	Armado	$f_{ck,est} < 25$
210	Viga Coroamento	Eixo 3	8	25	21,7	Armado	$f_{ck,est} < 25$
213	Viga Coroamento	Eixo 3	8	25	21,6	Armado	$f_{ck,est} < 25$
253	Pré-laje Tipo 1	64 und	?	25	22,8	Armado	$f_{ck,est} < 25$
296	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25	24,6	Armado	$f_{ck,est} < 25$
297	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25	23,5	Armado	$f_{ck,est} < 25$
298	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25	19,1	Armado	$f_{ck,est} < 25$
299	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	8	25	22,7	Armado	$f_{ck,est} < 25$
316	Laje Aproximação	Eixos 1 e 3	9	25	20,7	Armado	$f_{ck,est} < 25$

Perceba-se da Tabela 2.10 que, em relação à OAE 8, as Vigas Longarinas VL12 e VL3, a Viga de Coroamento do Eixo 3 e as Lajes de Aproximação dos Eixos 1 e 3 foram executadas com concretos que **não atingiram** a resistência mínima para atender ao requisito da durabilidade. Por sua vez, quanto à OAE 9, o mesmo pode ser dito acerca dos Blocos de Coroamento, das Vigas de Travamento e da Laje de Aproximação do Eixo 3.

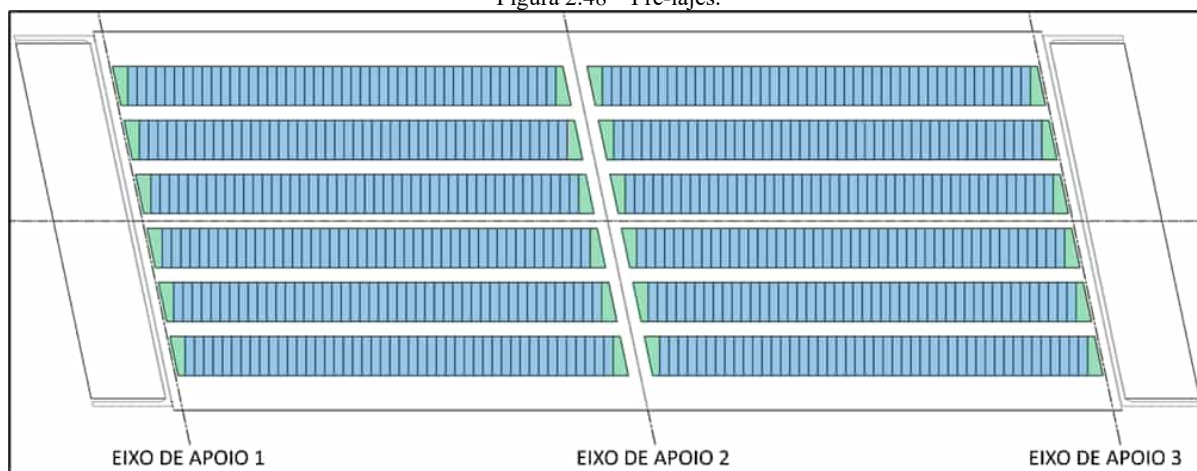
Já em relação às pré-lajes, será dado um enfoque especial por ter havido, durante a execução da auditoria, manifestação expressa quanto à resistência por parte de diversos intervenientes, quais foram, os fiscais da SODF, o projetista revisor (subcontratado pelo executante) e o projetista representante da supervisora.

Como consta do Caderno Técnico do projeto executivo original (SEI nº 19144120, p. 9), as pré-lajes são “*placas pré-moldadas de 7 cm de espessura*” colocadas sobre as vigas longarinas (Figura 2.48d), “*servindo de fôrmas para a concretagem do restante da laje*”

do tabuleiro, “*que terá espessura total de 20 cm*”. Importante destacar que as pré-lajes “*já contêm a armadura positiva da laje*” do tabuleiro (Figura 2.48b) e que a solidarização do conjunto tabuleiro/pré-lajes é conseguida mediante concretagem *in loco*, graças às armaduras salientes deixadas nas vigas longarinas.

Pois bem, para cada OAE, foram previstas, ao todo, 576 pré-lajes, sendo 552 do Tipo 1 (destacadas em azul na Figura 2.48a) e 24 do Tipo 2 (destacadas em verde na Figura 2.48a). A execução desses elementos *in loco* pode ser vista nas Figuras 2.48 b, c e d.

Figura 2.48 – Pré-lajes.



(a) Planta baixa de projeto.



(b) Armadura positiva da laje do tabuleiro.



(c) Pré-lajes concretadas.



(d) Posicionamento sobre as vigas longarinas.

Fonte: (a) Adaptado da “*FOLHA 05/16*”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 212); (b), (c) e (d) Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Acontece que, durante as observações de campo da equipe de auditoria, mais especificamente durante o mês de junho de 2022, identificou-se que haviam sido executadas e medidas pré-lajes com classe de resistência em desacordo com as especificações de projeto [2.50]. Nesse sentido, emitiu-se a Solicitação de Informação nº 36/2022 – CGDF/SUBCI/COLES /DATOS (SEI nº 89566333) a fim de se obter esclarecimentos por parte da SODF.

De início, esclarece-se que o concreto estrutural especificado em projeto – tanto no projeto executivo original (Figura 2.49a), quanto no projeto executivo readequado em fase de obra (Figura 2.49b) – para os elementos da superestrutura, com exceção dos guarda-rodas, foi de classe de resistência C35, ou seja, com resistência característica à compressão (f_{ck}) de 35 MPa. Logo, era de se esperar que, inclusive, as pré-lajes fossem confeccionadas com a referida classe de resistência.

Figura 2.49 – Especificação do concreto da superestrutura das OAE.

1.2 Especificação de Materiais		1.1.3 - Concreto - Superestrutura (Laje do Tabuleiro e Vigas pré-moldadas)	
1.2.1 Concreto		Resistência Característica a Compressão do Concreto - f_{ck} =	350 kgf/cm ²
Superestrutura	$f_{ck} \geq 35$ MPa	Resistência de Cálculo a Compressão do Concreto - f_{cd} =	250 kgf/cm ²
Superestrutura (Guarda-rodas)	$f_{ck} \geq 25$ MPa	Resistência média a Tração do Concreto - $f_{ct,m}$ =	32,100 kgf/cm ²
Mesoestrutura (Pilares e Travessa)	$f_{ck} \geq 30$ MPa	Resistência superior a Tração do Concreto - $f_{ct,sup}$ =	41,730 kgf/cm ²
Infraestrutura	$f_{ck} \geq 25$ MPa	Resistência inferior a Tração do Concreto - $f_{ct,inf}$ =	22,470 kgf/cm ²
Lastro	$f_{ck} \geq 10$ MPa	Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - f_{ctd} =	16,050 kgf/cm ²
		Módulo de Elasticidade Inicial do Concreto - E_{ci} =	331.300 kgf/cm ²
		Módulo de Elasticidade Secante do Concreto - E_{cs} =	294.029 kgf/cm ²
		Agregado	granito e gnaissse
		Fator água cimento A/C \leq	0,50
		Consumo mínimo de cimento =	350 kgf/cm ³
		Coefficiente de minoração do Concreto - γ_c =	1,4

(a) Adaptado do projeto original.

(b) Adaptado do projeto readequado.

Fonte: (a) SEI nº 26969403 ou 38855542, p. 6; e (b) SEI nº 94287093, p. 4.



Todavia, conforme informações constantes dos relatórios de ensaio do IST/DF acostados aos autos da 10ª medição (SEI nº 88845340, p. 2/8), foram executadas 374 pré-lajes do Tipo 1 com “*Fck especificados*” pelo executante de 20 e 25 MPa, ou seja, resistências aquém da especificada originalmente em projeto (35 MPa).

Em resposta à Solicitação de Informação, a SODF encaminhou esclarecimentos dos executores do contrato, que reconheceram que “*houve um pequeno descompasso, uma vez que esta fiscalização não encontrou informações claras de que as pré-lajes deveriam ser executadas com fck 35 mpa*”, bem como reconheceram falha do orçamento base do projeto básico licitado, vez que indicou a utilização de “*um concreto de fck = 20mpa*” para a execução das pré-lajes (Despacho - SODF/SUAF/UNEOBRAS, SEI nº 89768132).

Além disso, os fiscais da SODF alegaram que “*mesmo após a readequação dos projetos, não é possível localizar em nenhuma nota acostada aos projetos que as pré-lajes deveriam ser executadas com fck de 35 mpa*”, e concluiu que “*tal informação fica subentendida, devido a pré-laje poder ser considerada como um elemento de superestrutura, uma vez que se situa abaixo da laje do tabuleiro e acima das vigas pré-moldadas, ambas as peças especificadas com concreto de 35 mpa nos projetos*”.

Ademais, como forma de dirimir dúvida, a fiscalização solicitou ao executante que “*certificasse junto ao seu projetista sobre qual deveria ser o concreto a ser utilizado nas pré-lajes*”. A partir disso, o responsável técnico pela readequação do projeto estrutural das OAE em fase de obra (projetista revisor) apresentou a seguinte manifestação:

Inicialmente, cabe esclarecer que **a adoção do concreto das pré-lajes (Superestrutura) com fck de 35 MPa foi realizada com a premissa de adotar os mesmos parâmetros do projeto executivo licitado.**

Porém, diante da consulta da viabilidade de adoção de um concreto com resistência inferior como mencionado, **foi realizado novo cálculo específico para esse elemento estrutural** (Momento Fletor Positivo da Laje), tendo sido adotados os mesmos esforços, porém com o concreto 20 MPa.

Abaixo seguem os resultados com os cálculos realizados com verificação da alteração do fck do concreto das pré-lajes de 350 kgf/cm² para 200 kgf/cm²:

Cálculo para concreto:				
Seção	200 kgf/cm ²		300 kgf/cm ²	
	dim (cm)	As.Cf (+)	dim (cm)	As.Cf (+)
Vão 01	9,9	10,30	7,5	10,06
Vão 02	12,6	17,49	9,5	16,03
Vão 03	13,0	20,08	9,9	18,22

Positivos - Vãos 01, 02 e 03 (armadura das pré-lajes / positivas da laje do tabuleiro) - As = 20,08 cm²/m Ø 16.0 mm C/10,0 cm

Largura das Pré-lajes de 50 cm Quantidade de ferros por pré-laje = 5 Unidades.



Conforme cálculo realizado **foi possível concluir que a alteração do fck de 35 MPa para 20 MPa, das pré-lajes, em nada altera no detalhamento de formas e armadura, e, portanto, que é viável tal alteração sem quaisquer prejuízos ao resultado final, continuando garantidas as condições de segurança e integridade estrutural do viaduto.**

No entanto, é importante notificar que **a decisão pela adoção ou não de um fck inferior ao inicialmente especificado não partiu dessa Empresa Projetista Plano Projeto e Consultoria LTDA.,** sendo que ela não possui quaisquer poderes ou atribuições para tal, cabendo apenas à realização das verificações estruturais necessárias como apresentadas. (SEI nº 89865749, grifo nosso)

Note-se que a manifestação do projetista revisor se limitou apenas a avaliar a influência quanto à “*segurança e integridade estrutural*”, isto é, o requisito da capacidade resistente das OAE pela adoção de um concreto com resistência inferior à especificada em projeto, **nada dispendo** acerca do requisito da durabilidade dos viadutos.

Não obstante a manifestação do projetista subcontratado pelo executante, a SODF demandou uma análise por parte do “*projetista estrutural da supervisora*”, o qual se pronunciou por meio do “*PARECER TÉCNICO PRÉ-LAJES*” (SEI nº 89865619), do qual se destacam os seguintes trechos:

4 ANÁLISE ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU)

[...]

A partir dos resultados obtidos, **pode-se observar que a alteração no fck de 35 MPa para 20 MPa, não implica em alteração da armação necessária para o elemento.** A área de aço calculada quando considerado fck de 35 MPa foi de 11.32 cm²/m, enquanto ao considerar fck de 20 MPa, temos área de aço calculada de 11.34 cm²/m.

5 ANÁLISE DURABILIDADE

Sabe-se que a **alteração da resistência do concreto de um elemento estrutural influencia diretamente nas suas condições de durabilidade, eficiência da proteção das armaduras, dentre outros.**

O Projeto Executivo em questão, tem como Classe de agressividade ambiental (CAA) adotada a Classe II, a qual conforme Norma ABNT NBR 6118/2014, tabela 7.1, determina que para CAA II, a resistência mínima do concreto a ser adotada é de 25 MPa.

[...]

Portanto, **a adoção de concreto com fck de 20 MPa, ainda que não apresente problemas quanto ao Estado Limite Último (ELU), vai de encontro aos critérios de durabilidade das estruturas.**

Diante do exposto anteriormente, foram analisados os resultados de ensaios aos 28 dias, dos concretos utilizados na confecção das pré-lajes, apresentados abaixo:

[...]

Conforme pode ser observado nos ensaios anteriormente apresentados, **o único lote que apresentou fck médio menor que 25 MPa aos 28 dias foi o lote 7, onde temos 23,9 MPa, todavia, é sabido que a resistência do concreto continua a crescer após os 28 dias, sendo razoável considerar que, ao menos 25 MPa esse lote ensaiado irá**



atingir. Assim sendo, considera-se que os concretos utilizados na confecção das pré-lajes estão em conformidade quanto ao fck mínimo exigido pela NBR 6118.

6 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados nesse relatório **demonstram que, ao se avaliar a armadura no ELU, as pré-lajes atendem aos critérios de dimensionamento, mesmo considerado fck de 20 MPa.**

Quanto aos critérios de durabilidade, quando considerado o fck de 20 MPa, a estrutura está em não conformidade, todavia, os resultados de ensaio aos 28 dias do concreto utilizado na confecção das pré-lajes mostram que ao fck mínimo atingido é da ordem de 25 MPa, estando assim de acordo aos critérios da ABNT NBR 6118/2014 para a CAA II.

Face aos comentários, análises e resultados anteriormente apresentados, **conclui-se pela aprovação das pré-lajes em questão.** (grifo nosso)

De pronto, observe-se que, diferentemente da análise empreendida pelo projetista subcontratado pelo executante, o projetista representante da supervisora abordou em sua análise tanto o requisito da segurança – “*ANÁLISE ESTADO LIMITE ÚLTIMO (ELU)*” (ver subitem III. 4.1 do Anexo III) – quanto o da durabilidade das OAE em decorrência da adoção de um concreto com resistência inferior à projetada.

Nesse sentido, concluiu que, apesar da possibilidade de se adotar um concreto com resistência característica de 20 MPa para as pré-lajes sobre o aspecto da segurança (ELU), tal situação não seria possível se considerado o aspecto da durabilidade da estrutura, vez que a agressividade do meio ambiente impõe a utilização de um concreto com resistência à compressão mínima de 25 MPa, como se extrai da Tabela 2.9. Quanto a isso, a equipe de auditoria concorda com a análise empreendida pelo representante da supervisora.

Por outro lado, ainda que seja verdade que “*a resistência do concreto continua a crescer após os 28 dias*”, a equipe de auditoria discorda que contar com esse efeito de ganho contínuo de resistência do concreto seria atender aos requisitos mínimos de qualidade do concreto dispostos na Tabela 2.9. Isso se justifica porque a NBR 6118 da ABNT, ao dispor que, “*Quando não for indicada a idade, as resistências [à compressão do concreto – f_{ck}] referem-se à idade de 28 dias*”[2.18], dá a entender que o requisito mínimo de durabilidade para as pré-lajes de possuir uma classe de resistência C25 deve ser atendido **já a partir dos 28 dias**, e não em data posterior. Não fosse assim, a própria norma não teria prescrito que “*As estruturas de concreto devem atender aos requisitos mínimos de qualidade [...] durante sua construção e serviço*”[2.51] (grifo nosso). Logo, não se pode admitir que as resistências mínimas para atendimento do requisito da durabilidade sejam alcançadas “*após os 28 dias*”, tampouco somente na etapa de uso (serviço) da estrutura, porquanto já na fase de construção (execução) ela já deve ser garantida.

A saber, o projetista representante da supervisora analisou apenas oito dos 29 resultados de ensaios do IST/DF (27,6%) referentes às pré-lajes, que foram os dos Exemplares

157, 168, 183, 189, 190, 197, 198 e 199. Dentre esses, ao compulsar novamente as informações da Tabela 2.2, verifica-se que apenas o Exemplar 183 apresentou uma não conformidade, pelo fato de a resistência de ensaio ($f_{ck,est}$) ter sido inferior à resistência mínima de 25 MPa exigida como requisito de durabilidade na Tabela 2.9. É por essa razão que o projetista representante da supervisora consignou que “o único lote que apresentou f_{ck} médio menor que 25 MPa aos 28 dias foi o lote 7, onde temos 23,9 MPa”.

Ocorre que da Tabela 2.2 é possível notar que houve outros três casos de não conformidade, envolvendo os Exemplos 182, 184 e 253, cujas resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) foram, respectivamente, 21,2 MPa, 20,3 MPa e 22,8 MPa, ou seja, reduções de resistência do concreto (Δ) de -15,20%, -18,80% e -8,80%, quando comparadas com a resistência mínima de 25 MPa exigida como requisito de durabilidade na Tabela 2.9.

Sob outra perspectiva, repare-se essas três resistências de ensaio atendem ao requisito da segurança (avaliado pelo projetista revisor), porquanto superam 20 MPa. Ainda assim, como as duas primeiras resistências sofreram reduções significativas (inferiores a -10%) do ponto de vista da durabilidade, na opinião da equipe de auditoria, **não seria possível haver a aceitação automática do concreto de 204 pré-lajes do Tipo 1**, nos termos das NBR 12655 e 6118 da ABNT.

Ademais, é preciso dispor que, durante as observações de campo, não foi possível à equipe de auditoria precisar exatamente a localidade de posicionamento de cada uma dessas 204 pré-lajes do Tipo 1 não conformes segundo o requisito da durabilidade. Também não se sabe se, de fato, houve um controle de rastreabilidade (mapeamento) por parte do executante, vez que, segundo disposto na NBR 12655 da ABNT, seria de sua responsabilidade [2.52]. Apenas se verificou que o executante estocava as pré-lajes no canteiro (Figura 2.50a) e posteriormente as lançava sobre as vigas longarinas (Figura 2.50b).

Figura 2.50 – Estocagem e posicionamento das pré-lajes *in loco*.



(a) Estocagem no canteiro de obras.



(b) Posicionamento sobre as vigas longarinas.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Por fim, de posse de ambas as manifestações dos projetistas (do executante e da supervisora), os fiscais da SODF consentiram com a aceitação “*de todas as pré-lajes fabricadas na obra*”, consoante se nota do trecho conclusivo de sua manifestação dirigida à equipe de auditoria:

Vimos esclarecer que **de fato houve um pequeno descompasso de informações entre documentos acostados ao Processo SEI da licitação, planilha de orçamento, memoriais de cálculo e projetos readequados**, o que acabou levando esta fiscalização a questionar os **projetistas responsáveis pela readequação e aprovação dos projetos das OAE 08 e 09**, deixando claro que **a utilização de um concreto de resistência característica inferior a 35 mpa em nada afetará o desempenho estrutural dos viadutos**.

Importante destacar que é possível verificar que os laudos indicam pré-lajes executadas com 20 mpa (24 unidades), em conformidade com o previsto em orçamento. Entretanto, é possível dizer que **serão as únicas unidades com tal classe de resistência**, uma vez que as pré-lajes têm sido concretadas na obra com o resto do concreto de caminhões destinados a concretagem dos blocos de concreto e vigas de travamento (fck = 25 mpa), travessa dos encontros (fck = 25 mpa), muro e ala (fck = 25 mpa), pilares e travessas do apoio (fck = 30 mpa), longarinas (fck = 35 mpa).

Vale ressaltar que, **mesmo as pré-lajes que foram concretadas com fck de 20 mpa e 25 mpa, já possuem - aos 7 dias - resistências próximas a resistência característica, sendo muito provável dizer que irão atingir resistências superiores - aos 28 dias - ao fck utilizado na concretagem**.

Todavia, por precaução, a consulta feita aos projetistas foi considerando o pior caso, que seria a execução de todas as pré-lajes com fck = 20 mpa, em conformidade com o concreto utilizado em orçamento.

Dessa forma, solicitamos que os autos sejam remetidos à equipe de controle para análise e manifestação da documentação apresentada pela Contratada, uma vez que, após questionamentos e esclarecimentos desta fiscalização sobre os fatos que se sucederam na obra e pareceres técnicos dos projetistas do Consórcio Viaduto EPIG e Supervisora, **fica claro que a segurança da estrutura, desempenho e integridade em nada foi afetada ao ser utilizado um concreto com resistência característica (fck) inferior a 35 mpa, podendo ser possível o aceite de todas as pré-lajes fabricadas na obra**. (Despacho - SODF/SUAF/UNEOBRAS, SEI nº 89768132, grifo nosso)

Técnicas construtivas empregadas durante a execução das estruturas dos viadutos

Por sua vez, no tocante às técnicas construtivas empregadas durante a execução [2.53] das estruturas dos viadutos, foram detectadas falhas construtivas[2.54], que, em alguma medida, podem vir a impactar, **no futuro**, não apenas o requisito da durabilidade, mas também o da segurança, tendo por consequência o comprometimento da qualidade final das referidas estruturas.

Em acréscimo, também se justifica a evidenciação desses casos, porquanto algumas das peças a que eles se referem são situações de conformidade, segundo o controle tecnológico exercido pelo IST/DF, e que, por isso, não estão contidos na Tabela 2.2 e não foram relatados nos subitens antecedentes referentes à redução da resistência do concreto. Logo, a equipe de auditoria não poderia se furtar de consigná-los no presente achado.

Neville (2016, p. 502) ensina que “*A durabilidade inadequada se manifesta pela deterioração*”. Só que a deterioração das estruturas de concreto dificilmente está relacionada a uma única causa, pois as manifestações patológicas[2.55] desenvolvidas usualmente se justificam pela sobreposição de diversos agentes causadores (BOLINA, TUTIKIAN e HELENE, 2019, p. 62), ou seja, os processos de deterioração podem atuar de forma sinérgica (NEVILLE, 2016, p. 502).

Segundo Souza e Ripper (1998), os agentes causadores de deterioração dos sistemas estruturais podem ser intrínsecos ou extrínsecos, de modo que se pode dizer que existem causas intrínsecas (inerentes às estruturas) e causas extrínsecas (externas ao corpo estrutural) para o desencadeamento do processo deletério das estruturas. Desses, convém destacar os agentes de deterioração do tipo intrínsecos, que, de acordo com referidos autores, têm sua origem nos materiais ou nas peças estruturais durante as fases de execução (construção) ou de utilização (uso).

Nesse sentido, como a equipe de auditoria somente teve condições de acompanhar a execução de alguns elementos estruturais (fase de execução, portanto), serão tecidos comentários apenas sobre agentes de deterioração do tipo intrínsecos, e, mais especificamente, os relacionados a falhas humanas durante a construção da estrutura, isto é, os defeitos construtivos. Até porque, segundo disposto na NBR 9452 da ABNT, os defeitos construtivos devem ser relatados após a realização de vistorias de pontes e viadutos de concretos.

De acordo com Souza e Ripper (1998, p. 28), “*Os defeitos construtivos são falhas bastante frequentes, tendo origem, na grande maioria dos casos, na deficiência de qualificação profissional da equipe técnica, o que pode levar a estrutura a manifestar problemas patológicos significativos.*” Segundo os autores, as falhas humanas durante a construção da estrutura podem



estar associadas a deficiências de concretagem, inadequação de fôrmas e escoramentos, deficiências nas armaduras, utilização incorreta de materiais de construção e inexistência de controle de qualidade.

Para a obra em comento, não se pode olvidar que, apesar de ter havido controle de qualidade (controle tecnológico) do concreto, restou comprovada a falsificação parcial de seus resultados. Sem embargo, serão destacadas agora apenas falhas associadas a deficiências de concretagem e inadequação de fôrmas, cujos efeitos resultantes, apesar de se fazerem notar inicialmente nos locais detectados, futuramente podem vir a impactar negativamente a durabilidade e a segurança das estruturas dos viadutos como um todo (globalmente).

A começar pelas deficiências de concretagem, Souza e Ripper (1998, p. 28) ensinam que estão relacionadas ao método de concretagem “*as falhas no transporte, no lançamento[2.24] e no adensamento[2.26] do concreto, que podem provocar, por exemplo, a segregação entre o agregado graúdo e a argamassa, além da formação de ninhos de concretagem e de cavidades no concreto.*” (grifo nosso).

A saber, segregação é “*a separação dos componentes de uma mistura (heterogênea) de concreto fresco de tal forma que sua distribuição deixe de ser uniforme*” (MEHTA e MONTEIRO, 2008, p. 370 e NEVILLE, 2016, p. 215). Apesar de ser “*uma tendência natural do concreto, principalmente nas etapas de transporte, lançamento e adensamento*” (GUIMARÃES, 2005, p. 490), ela deve ser reduzida, “*porque uma compactação total, que é essencial para se atingir o potencial máximo de resistência, não é possível em concreto segregado*” (MEHTA e MONTEIRO, 2008, p. 370).

Portanto, tem-se que, “*Com métodos adequados de manuseio, transporte e lançamento, a probabilidade de ocorrência de segregação pode ser bastante diminuída*” (NEVILLE, 2016, p. 216). Caso contrário, se a segregação do concreto fresco for considerável, será “*impossível sua compactação próxima da ideal, comprometendo sua resistência após endurecido e a durabilidade da estrutura*” (GUIMARÃES, 2005, p. 490, grifo nosso).

Consoante Neville (2016, p. 216), “*A avaliação quantitativa da segregação é difícil*”, pois não existem ensaios para medi-la (MEHTA e MONTEIRO, 2008, p. 371). Todavia, a observação visual e a inspeção de testemunhos extraídos da estrutura acabada (construída), normalmente, são adequados para determinar se ela ocorreu (MEHTA e MONTEIRO, 2008, p. 371).

Nesse sentido, uma das maneiras de se constatar visualmente o fenômeno deletério da segregação na estrutura acabada se dá mediante a presença de vazios no concreto (também conhecidos como cavidades, nichos, “ninhos (de abelhas)”, “bicheiras” ou “brocas”),

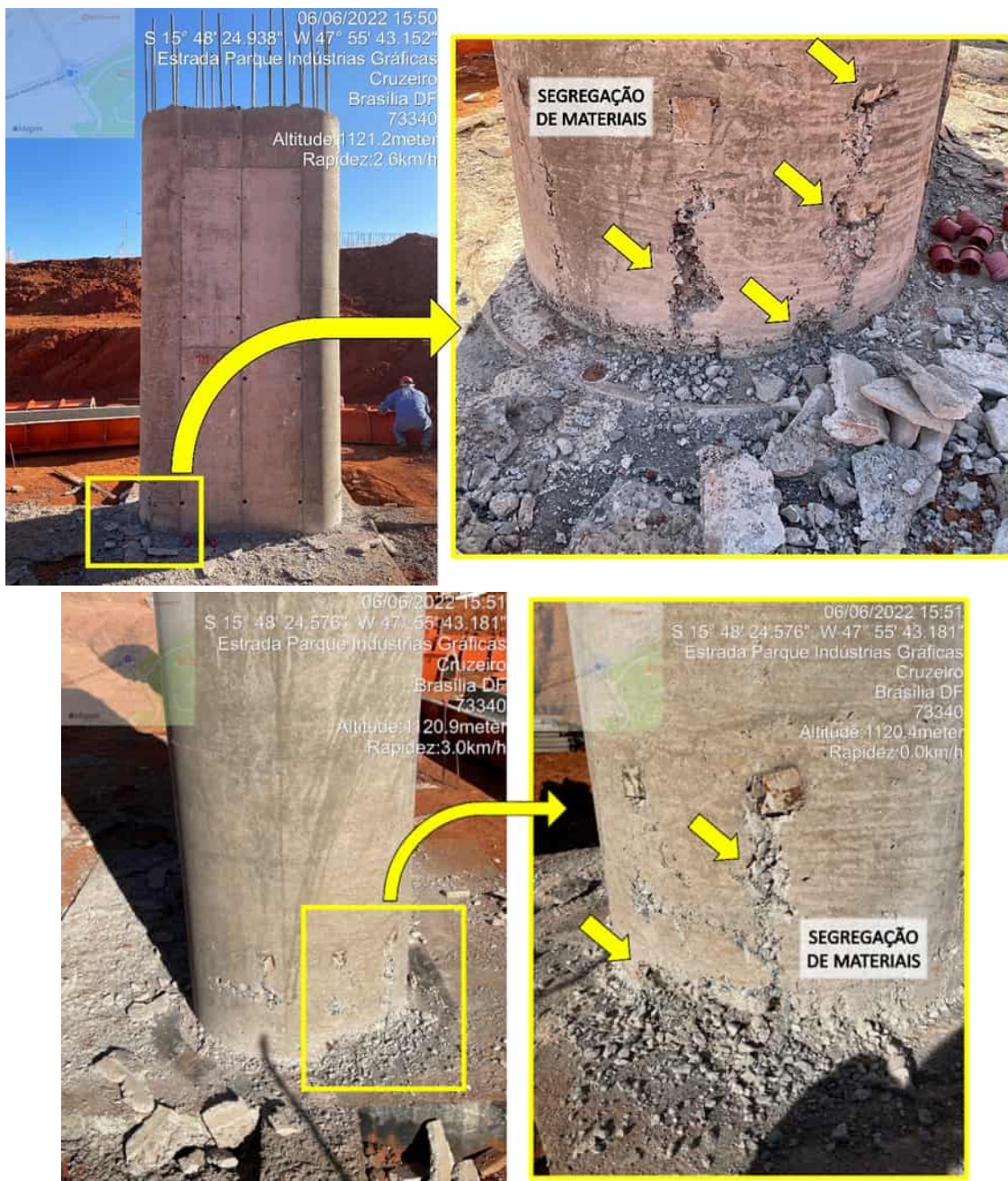
que podem ocorrer tanto na superfície do elemento quanto em seu interior. Ressalte-se ainda que os vazios no concreto “*podem comprometer a estabilidade [segurança] estrutural e expor a estrutura a agentes agressivos, induzindo a perda de desempenho ao longo do tempo*” (ANDRADE e SILVA, 2005, p. 968).

Dito isso, como forma de evidenciar efeitos deletérios associados a deficiências de concretagem, serão ilustradas as situações detectadas de segregação de materiais, mediante a presença de ninhos no concreto na superfície das peças estruturais.

A começar pelos Pilares P1, P2, P3 e P4 da OAE 8, notou-se, após o início da desforma (3/6/2022), que houve segregação dos materiais componentes do concreto nas bases dos referidos elementos, inclusive com um caso de exposição de armadura (Figura 2.51).

Figura 2.51 – Concreto com segregação de materiais nas bases dos Pilares P1, P2, P3 e P4 (OAE 8).





Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Como salientado, a causa para ter havido a segregação dos materiais, com a consequente formação de “ninhos” superficiais nos pés dos pilares, provavelmente, está associada a deficiências de concretagem e, mais especificamente, às etapas de lançamento e de adensamento. Sobre isso, é válido colacionar o que dispõe a boa técnica insculpida na NBR 14931 da ABNT:

Acerca do lançamento[2.24] do concreto, a referida norma preconiza o seguinte [2.56]:

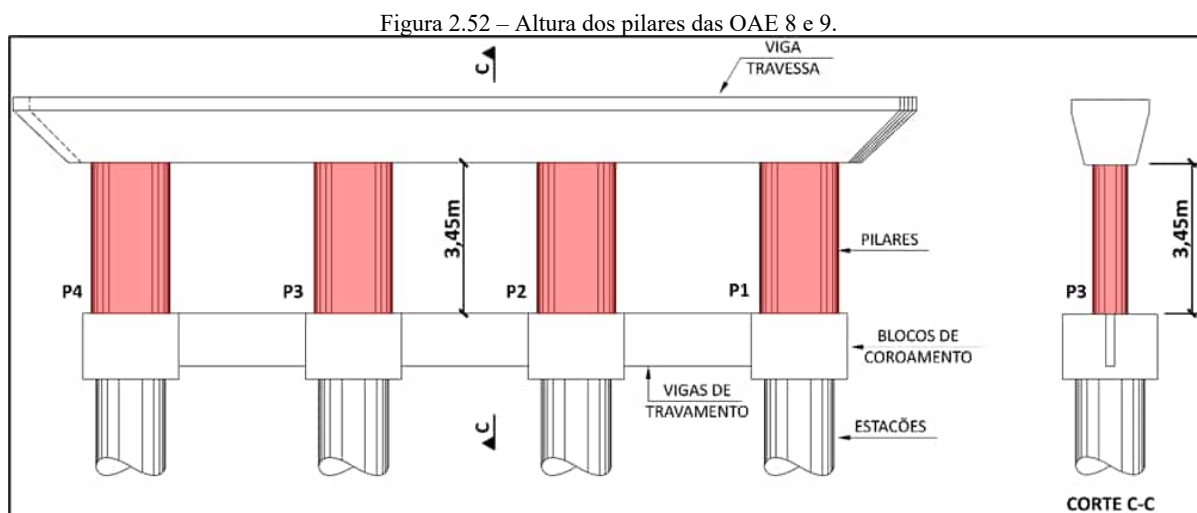
O concreto deve ser lançado com técnica que **elimine ou reduza significativamente a segregação entre seus componentes**, observando-se **maiores cuidados quanto maiores forem a altura de lançamento** e a densidade de armadura. Estes cuidados devem ser **majorados quando a altura de queda livre do concreto ultrapassar 2 m**, no caso de peças estreitas e altas, de modo a **evitar a segregação e falta de argamassa (como nos pés de pilares e nas juntas de concretagem de paredes)**. (grifo nosso)

Já quanto ao adensamento[2.26], recomenda-se:

Durante o adensamento devem ser tomados os **cuidados necessários para que não se formem ninhos ou haja a segregação dos materiais**. Deve-se evitar a **vibração da armadura** para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência. (item 9.6.1, da NBR 14931:2004 da ABNT, grifo nosso)

Ou seja, “a altura de queda livre do concreto”, dentro de pilares, deve ser considerada e com isso utilizados procedimentos para “evitar a segregação e falta de argamassa”, o que também é auxiliado mediante adensamento cuidadoso, pois, como bem salienta Thomaz (2019), “De nada vale obter bom resultado da resistência do concreto, em corpos de prova retirados do caminhão-betoneira, se o concreto é mal lançado e mal adensado.”

No caso das OAE 8 e 9, ambas foram projetadas com pilares de 3,45 m (Figura 2.52), o que por si só já demonstra ser necessário um cuidado especial nas etapas de lançamento e de adensamento, conforme os critérios normativos supracitados.



Fonte: Adaptado da “FOLHA 09/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 216).

Por sua vez, há que se destacar também que a concretagem dos pilares da OAE 8 foi realizada no período **noturno** do dia 25/5/2022, tendo sido iniciado o lançamento do concreto

nas fôrmas às 18:24 e terminado às 21:27, consoante se nota da “*PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DE CONCRETAGEM*” da supervisora (SEI nº 89184549, p. 51). A equipe de auditoria não acompanhou a concretagem, pois esteve no canteiro de obras somente pela parte da manhã, quando todo o sistema de fôrmas e escoramentos já estava posicionado (Figura 2.53).

Figura 2.53 – Observação de campo dos Pilares P1, P2, P3 e P4 (OAE 8) *in loco*.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

A mais disso, foi consignado pela supervisora que, “*AS 20:41, FOI AUTORIZADO A COLOCAÇÃO DE ADITIVO*”[2.28] por parte do executante, “*EM RAZÃO DE NAO TER ATINGIDO O SLUMP ESPECIFICADO*”. Sobre isso, é válido recordar que, nos termos da NBR 12655 da ABNT, “*A quantidade total de aditivos, quando utilizados, não pode exceder a dosagem máxima recomendada pelo fabricante*”, pois deve ser considerada “*A influência da elevada dosagem de aditivos no desempenho e na durabilidade do concreto*”[2.57].

De seu turno, um aspecto detectado atinente à inadequação das fôrmas diz respeito à insuficiência de sua estanqueidade. Sobre esse tema, Bolina, Tutikian e Helene (2019, p. 148) destacam que a insuficiência de estanqueidade das fôrmas “*provoca a fuga de nata, podendo ocasionar falhas de concretagem, ou nichos, promovendo a exposição de agregados graúdos ou falta de material.*” (grifo nosso) Ou seja, quando as fôrmas não são estanques, “*a nata de cimento tende a escorrer pelas frestas, gerando acúmulo de brita na parte superior, ocasionando falhas no concreto*” (EGYDIO HERVÉ NETO *apud* NAKAMURA, 2021).

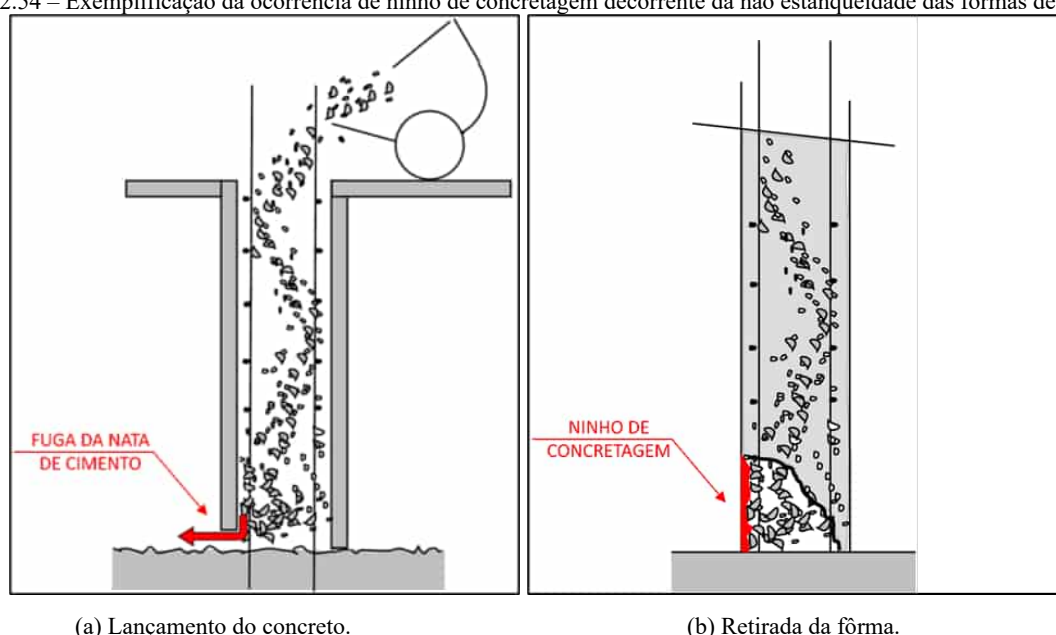
Como consequência, “*além de comprometer a resistência da seção, dada a redução de área da peça, aumenta a porosidade do concreto e expõe as armaduras ao ambiente,*

[...] tornando a estrutura susceptível a mecanismos químicos, físicos e biológicos de deterioração.” Isso sem contar que “A aparência estética da superfície da peça é igualmente prejudicada.” (BOLINA, TUTIKIAN e HELENE, 2019, p. 148, grifo nosso).

Dito de outro modo, a “fuga da nata de cimento pelas juntas ou fendas das fôrmas” provocam “a **segregação do concreto**, com sua conseqüente **desagregação**”, culminando com o “**enfraquecimento do próprio concreto**” (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 71, grifo nosso), ou seja, com a redução da capacidade portante (segurança). Mas não apenas. A segregação entre o agregado graúdo e a nata de cimento ou a argamassa também faz com que “surjam **pontos frágeis na estrutura**, facilitando, assim, a ocorrência de **focos de corrosão**” (SOUZA e RIPPER, 1998, p. 30, grifo nosso), impactando, portanto, a durabilidade da estrutura.

Pois bem, acerca da ocorrência desse tipo de falha construtiva, há que se deitar luzes quando ele ocorre na base de pilares. Sobre esse assunto, Thomaz (2019) adverte que “A falta de vedação na base das fôrmas permite a fuga de nata de cimento pelas frestas” (Figura 2.54a), sendo que a frequência com que ocorre esse tipo de falha nas obras é “enorme” e ainda pode ser “assustadora”, pois pode ser que a seção resistente dos pilares fique muito reduzida (Figura 2.54b).

Figura 2.54 – Exemplificação da ocorrência de ninho de concretagem decorrente da não estanqueidade das fôrmas de um pilar.



Fonte: Adaptado de Thomaz (2019).

Para Thomaz (2019), “A redução da área útil de concreto, assim como a redução da qualidade e da resistência do concreto na base dos pilares, resulta em **menor segurança** do que a prevista na NBR 6118 da ABNT”, ou seja, atenta contra a capacidade resistente.

Da boa técnica preconizada na NBR 14931 da ABNT acerca das fôrmas, é preciso destacar o que segue[2.58]:

A fôrma deve ser **suficientemente estanque**, de modo a **impedir a perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite a surgência do agregado miúdo da superfície do concreto.**

Os elementos estruturantes das fôrmas devem ser dispostos de modo a manter o formato e a posição da fôrma durante toda sua utilização.

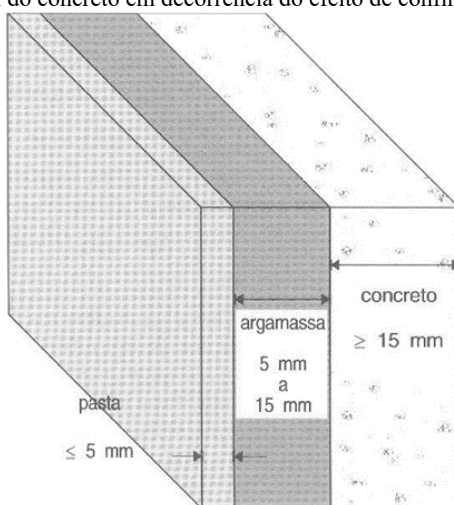
[...]

A superfície interna das fôrmas deve ser limpa e **deve-se verificar a condição de estanqueidade das juntas**, de maneira a **evitar a perda de pasta ou argamassa. Nas fôrmas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas, devem ser deixadas aberturas provisórias próximas ao fundo**, para limpeza. (grifo nosso)

Antes de prosseguir, é preciso elucidar o efeito de confinamento das fôrmas (também chamado de “efeito parede”), segundo os ensinamentos de Helene (1992).

É sabido que, em decorrência do supracitado fenômeno, pode-se estabelecer um corte esquemático e conceitual da estrutura superficial resultante do concreto após as etapas de lançamento e adensamento, consoante ilustrado na Figura 2.55.

Figura 2.55 – Estrutura superficial do concreto em decorrência do efeito de confinamento da fôrma (“efeito parede”).



Fonte: Helene (1992, p. 178).

Perceba-se da Figura 2.55 que as superfícies visíveis externas das peças de concreto são essencialmente constituídas por uma camada de cerca de 5 mm de espessura formada por uma pasta (nata) de cimento[2.59]. Segundo Helene (1992, p. 178), essa pasta é a responsável pela cor, geralmente cinza, da superfície do concreto, sendo que, quanto maior for a relação água/cimento da pasta, mais clara será a superfície. Em seguida, há uma camada variando de 5 a 15 mm de espessura em que há concentração de argamassa (cimento e agregados

miúdos). A partir daí, começam a aparecer os agregados graúdos (britas, pedras) com certa homogeneidade. Porém, é preciso que fique claro que as espessuras de cada camada dependerão do consumo de cimento, do teor de argamassa, da dimensão máxima característica do agregado graúdo, do grau de adensamento, entre outros fatores, que são variáveis de um concreto a outro.

Assim sendo, quando a NBR 14931 da ABNT preceitua ser necessário “*impedir a perda de pasta de cimento, admitindo-se como limite a surgência do agregado miúdo da superfície do concreto*”, quer dizer que, preferencialmente, deveria ser impedida a fuga da nata de cimento, mas que se admite o aparecimento do agregado miúdo na superfície, ou seja, que a argamassa esteja aparente. O que não se admite, portanto, é o aparecimento dos agregados graúdos (britas), pois, nesse caso, estar-se-ia diante de “*ninhos de abelhas*”. É por isso que a norma dispõe que se deve “*verificar a condição de estanqueidade das juntas, de maneira a evitar a perda de pasta ou argamassa*”.

Pois bem, na sequência, serão demonstrados casos envolvendo a inadequação de fôrmas por insuficiência de estanqueidade envolvendo pilar e viga de travamento da OAE 8, bem como bloco de coroamento da OAE 9.

Iniciando-se pelo pilar da OAE 8, observou-se que o executante atendeu ao requisito normativo de deixar “*aberturas provisórias próximas ao fundo, para limpeza*”, as quais foram vedadas (preenchidas) antes da concretagem (Figura 2.56).

Figura 2.56 – Preenchimento das aberturas provisórias próximas ao fundo das fôrmas dos pilares da OAE 8.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Ainda que essa medida visando a estanqueidade das fôrmas nos pés dos pilares tenha sido observada pelo executante, o mesmo não se pode dizer da fôrma que revestiu face lateral do Pilar P4 da OAE 8 (Figura 2.57).

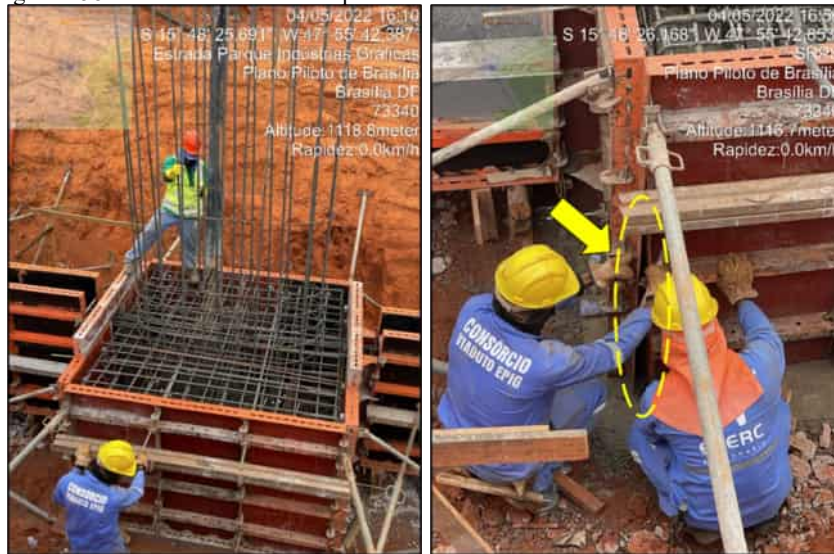
Figura 2.57 – Insuficiência de estanqueidade da fôrma lateral do Pilar P4 da OAE 8.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Nessa mesma senda, também foram detectados casos de insuficiência de estanqueidade na fôrma do bloco de coroamento sob o Pilar P3 da OAE 9. Ainda durante a concretagem, foi detectada tal falha pelos operários (Figura 2.58b) e pelo corpo técnico da obra (Figura 2.58c), mas que, ainda assim, não foi saneada, como se nota na segregação de materiais na quina do elemento após a retirada das fôrmas (Figura 2.58d).

Figura 2.58 – Insuficiência de estanqueidade da fôrma de bloco de coroamento da OAE 9.



(a) Lançamento do concreto.

(b) Constatação da falha pelos operários.



(c) Constatação da falha pelo corpo técnico.



(d) Falha na quina do elemento.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Tal falha construtiva também ocorreu nas vigas de travamento da OAE 8 (Figura 2.59).

Figura 2.59 – Insuficiência de estanqueidade da fôrma de viga de coroamento da OAE 8.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Reparos efetuados

Da mesma forma como foi relatado para a Viga de Coroamento (Eixo 3 – OAE 9), a equipe também registra que, especificamente no caso dos pilares da OAE 8, notou-se que o executante procedeu a reparos nas faces com a ocorrência de segregação de materiais (Figura 2.60).

Figura 2.60 – Reparos localizados nas faces dos pilares da OAE 8.





Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Porém, não se tem evidências se o material empregado para o preenchimento dos vazios era o mais adequado e se houve concordância por parte da fiscalização e da supervisão. Quanto a isso, é válido colacionar o que dispunha a antiga NBR 10839 da ABNT (que tratava sobre a execução de OAE em concreto armado e protendido), segundo a qual “*Os ninhos e falhas de concretagem, eventualmente existentes, não podem ser reparados antes de examinados pela Fiscalização.*” [2.60] Inclusive, no tocante ao acabamento superficial do concreto, estava disposto na referida norma que “*As imperfeições de concretagem só poderão ser corrigidas após a vistoria da Fiscalização, que deve recomendar, para cada caso uma solução adequada a adotar.*” Nesse sentido, a própria Lei Federal nº 8.666/1993 também dispõe no § 1º, do art. 67, que “*O representante da Administração anotará em registro próprio todas as ocorrências relacionadas com a execução do contrato, determinando o que for necessário à regularização das faltas ou defeitos observados*” (grifo nosso).

Enfim, diante das falhas construtivas destacadas e dos reparos localizados procedidos pelo executante na base dos pilares, é preciso ter em vista que “*Os reparos usualmente feitos com argamassa, apenas escondem as reais condições do concreto*” (THOMAZ, 2019, grifo nosso).

O que deve ser feito

Revisão do projeto estrutural

Como havia sido dito, com base na NBR 12655 da ABNT, em caso de existência de não conformidade, isto é, de redução de resistência do concreto ($\Delta < 0$ ou $f_{ck,est} < f_{ck}$), deve-se seguir os procedimentos descritos na NBR 7680-1 da ABNT. Ou seja, confirmada a resistência abaixo do f_{ck} a partir do controle por corpos de prova moldados, deve-se passar à análise da resistência efetiva desse concreto, **podendo** ser necessária a extração de testemunhos.

Também foi defendido pela equipe de auditoria que, apesar do rigor da norma brasileira, diante dos casos de não conformidade da Tabela 2.2 e do adendo feito no subitem III.4.2 do Anexo III, o foco investigativo deve incidir apenas sobre aqueles **mais significativos**, em que a redução de resistência do concreto supera 10%, isto é, $\Delta < -10\%$ ou $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$, pois, como adverte Fusco (1976b, p 241), sempre que resultar $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$ “*não se procederá à aceitação automática do concreto e, portanto, a estrutura executada também não será automaticamente aceita*”.

Ademais, à luz do item 3.2, da NBR 7680-1:2015 da ABNT, como a obra de engenharia ainda se encontra em fase de execução[2.61], a equipe de auditoria também entende que **os projetistas estruturais deverão ser necessariamente consultados para que revisem o projeto** no sentido de verificarem a segurança em relação a todos os possíveis estados que são admitidos como limites para as estruturas dos viadutos. Nesse sentido, tanto a NBR 8681 quanto a NBR 6118, ambas da ABNT, preceituam que a segurança em relação aos estados limites é verificada tanto pelo respeito às **condições analíticas** quanto pela obediência às **condições construtivas**[2.62].

Só que, no contexto fático do empreendimento, a equipe de auditoria defende, à luz do princípio da segregação de funções (o qual está, inclusive, positivado na Lei Federal nº 14.133/2021), que, para mitigar a possibilidade de conflito de interesses, deverá tomar parte na avaliação da capacidade resistente da estrutura não apenas o projetista revisor (que é **subcontratado** do executante), mas, primariamente, o projetista original, que foi quem concebeu originariamente as estruturas das OAE 8 e 9. Sobre esse assunto, recomenda-se compulsar o Anexo I em que são dados esclarecimentos quanto à atuação dos referidos profissionais.

Condições analíticas de segurança

É sabido que os requisitos analíticos de segurança decorrem da análise estrutural [2.63], de modo que deve ser verificado se os esforços atuantes (S) serão menores do que as novas capacidades resistentes (R) dos elementos, obtidas a partir dos valores das resistências características à compressão estimadas ($f_{ck,est}$). Ou seja, caso a condição analítica de segurança $R \geq S$ seja atendida para todos os elementos estruturais em que $\Delta < -10\%$ ou $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$, garante-se então a segurança estrutural do ponto de vista analítico[2.64].

Entretanto, como uma análise rigorosa do problema, colocada em uma base estritamente probabilística, é praticamente inacessível devido à sua complexidade (MONTROYA, 2009, p. 175), é possível avaliar o nível de segurança estrutural, segundo Ruiz (2005a, p. 124), mediante dois tratamentos distintos: um semiprobabilístico e outro determinístico. Para tanto,

Ruiz (2005a) distingue os casos conforme os esforços solicitantes atuantes. Assim, são analisadas situações de solicitações simples, isto é, em que apenas um único esforço atua sobre a seção transversal (tais como a flexão pura, o esforço cortante e a compressão centrada), bem como de casos em que dois ou mais esforços atuam sobre a seção (tal como a flexão composta).

Por ora, releva saber que a **variação percentual da capacidade resistente (VR)** da seção transversal de um dado elemento estrutural submetido a apenas um esforço solicitante é dada por:

$$VR(\%) = \frac{R_{u,a} - R_{u,n}}{R_{u,n}} \cdot 100 \quad (2.9)$$

A saber, $R_{u,n}$ é a capacidade resistente nominal e $R_{u,a}$ é a capacidade resistente alterada decorrente da variação da resistência do concreto (Δ), que, no caso do concreto armado, podem ser, respectiva e simbolicamente, escritas da seguinte forma:

$$R_{u,n} = f \left(\frac{f_{ck}}{\gamma_c}, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \right) \quad (2.10)$$

$$R_{u,a} = \left(\frac{f_{ck,est}}{\gamma_c}, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \right) = f \left[\frac{\left(1 + \frac{\Delta}{100}\right) \cdot f_{ck}}{\gamma_c}, \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \right] \quad (2.11)$$

onde:

f_{ck} – resistência característica do concreto à compressão;

γ_c – coeficiente de ponderação da resistência do concreto;

f_{yk} – resistência ao escoamento do aço de armadura passiva;

γ_s – coeficiente de ponderação da resistência do aço;

$f_{ck,est}$ – valor estimado da resistência característica obtido a partir do controle por corpos de prova moldados; e

Δ – variação de resistência do concreto.

Segundo Montoya (2009, p. 175), inobstante as normas que regem o assunto usualmente não fornecerem critérios objetivos para orientar o julgamento do projetista acerca do nível de segurança estrutural, é possível obtê-los em trabalhos de especialistas. Nesse sentido, ao recorrer ao critério estabelecido por RUIZ (2005a, p. 357/358), caso se utilize o método semiprobabilístico (que é o adotado no Brasil, segundo a NBR 8681 da ABNT), é possível **aceitar (com penalidade, é claro)** reduções na capacidade de resistência de até 9% ($VR \geq -0,09$)



e **não aceitar** decréscimos maiores que 15% ($VR < -0,15$). Para intervalos de perdas de capacidade portante variando de 9% a 15% ($-0,09 > VR \geq -0,15$), há necessidade de **reforço**[2.65] do elemento estrutural.

A questão é preocupante quando o concreto abaixo de f_{ck} tiver sido destinado à concretagem de peças importantes e sem folga de capacidade resistente. Nesses casos, Helene (2011, p. 65/66) preceitua que “*não há dúvida que deve haver reforço*”.

Como tais considerações têm caráter eminentemente técnico, que foge ao escopo do presente achado, não convém descrevê-las na íntegra aqui. Todavia, recomenda-se a leitura do “*CAPÍTULO 4 – REPERCUSIÓN DE LAS DESVIACIONES RESISTENTES Y DIMENSIONALES DE LAS PIEZAS SOBRE LA CAPACIDAD RESISTENTE*” da obra “*PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO*” de José Calavera Ruiz para encontrar todo o rito que correlaciona a variação de resistência do concreto (Δ) com a variação da capacidade resistente do elemento construído (VR).

Indo além, a etapa revisional por parte dos projetistas pode se tornar ainda mais complexa, porque pode ser que seja necessário considerar também a redistribuição de esforços e os efeitos de segunda ordem, que “*são aqueles que se somam aos obtidos em uma análise de primeira ordem (em que o equilíbrio da estrutura é estudado na configuração geométrica inicial), quando a análise do equilíbrio passa a ser efetuada considerando a configuração deformada*”[2.66]. Nesse sentido, são elucidativos os ensinamentos de Bolina, Tutikian e Helene (2019, p. 120):

Diferentemente de outras soluções estruturais, **as estruturas de concreto armado**, salvo em alguns casos de estruturas pré-fabricadas, **formam um sistema hiperestático** [2.67]. Logo, a perda de parte da capacidade portante, ou sobrecarga, ocasiona, após a fissuração, a redistribuição de esforços aos elementos estruturais vizinhos. Dessa forma, em uma análise global do sistema estrutural, a **insuficiência portante de determinado elemento isolado repercute na produção de efeitos de segunda ordem na estrutura, submetendo-a a esforços não admitidos**. (grifo nosso)

Isso quer dizer que, nas estruturas de concreto armado, uma eventual redução da capacidade portante (resistência) de um dado elemento estrutural pode fazer com que haja uma redistribuição de cargas para outros elementos nas proximidades daquele. Por consequência, surgirão esforços solicitantes na estrutura que não haviam sido previstos inicialmente no projeto, cujos efeitos poderão ser desfavoráveis à segurança.

Condições construtivas de segurança

Por sua vez, os requisitos construtivos de segurança são constituídos por exigências construtivas referentes ao tipo de construção e de materiais empregados[2.68], sendo

que, no caso das estruturas de concreto, envolvem exigências referentes aos critérios de detalhamento (desenhos para execução), às normas de controle dos materiais (especialmente a NBR 12655 da ABNT) e o controle de execução da obra, conforme a NBR 14931 da ABNT, e demais normas brasileiras específicas[2.69].

Diante disso, a equipe de auditoria entende que também seria relevante saber a opinião dos projetistas quanto aos defeitos construtivos apontados neste relato, a fim de que avaliem se eles terão ou não algum impacto nos requisitos de qualidade das estruturas. Até porque, consoante descrito no início do subitem III.4 do Anexo III, a qualidade final das estruturas de concreto dependerá não apenas da resistência do concreto, mas do controle tecnológico de todos os materiais e serviços da obra (ver Figura III.2 do Anexo III).

Em termos técnicos, o que se pretende dizer está consignado expressamente na própria NBR 6118 da ABNT, quando ela dispõe que “*Para a execução de elementos estruturais nos quais estejam previstas condições desfavoráveis (por exemplo, **más condições de transporte**, ou **adensamento manual**, ou **concretagem deficiente por concentração de armadura**), o coeficiente γ_c deve ser multiplicado por 1,1*”[2.70] (grifo nosso). Sobretudo quando se toma por base as recomendações do Comitê Euro-Internacional do Concreto – CEB, para o qual deve ser adotado um coeficiente $\gamma_c = 1,4$ apenas para casos em que as condições de execução e controle são **rigorosas** (*apud* CREMONINI, 1994, p. 40), algo que, no sentir da equipe de auditoria, é inaplicável para os casos evidenciados da obra em comento.

Ou seja, caso os defeitos construtivos evidenciados pela equipe de auditoria sejam, na opinião dos projetistas, “*desfavoráveis*” à segurança, então teria de ser avaliado, na etapa revisional, a necessidade de se majorar em 10% o coeficiente de ponderação da resistência do concreto (γ_c) das peças com as referidas falhas, caso essa não tenha sido a premissa de cálculo dos projetistas.

Sobre esse assunto, recomenda-se a leitura do subitem III.4.1 do Anexo III.

Condições de durabilidade

Sem embargo, ainda que a avaliação da segurança estrutural no ELU seja de suma importância e consista em um dos escopos da NBR 7680-1 da ABNT[2.71], não se pode perder de vista que as estruturas de concreto também devem atender a outros requisitos de qualidade.

Nesse diapasão, consoante Montoya (2009, p. 171), quando se obtém uma resistência estimada inferior à especificada ($f_{ck,est} < f_{ck}$), é necessário considerar não apenas o impacto sobre a segurança do elemento estrutural, mas também o efeito negativo que ele pode ter sobre a durabilidade e o desempenho em serviço (fissuração[2.72] ou deformação excessiva,



por exemplo). Ou seja, os três requisitos de qualidade das estruturas de concreto (preconizados pelo item 5.1, da NBR 6118:2014 da ABNT, e descritos no subitem III.3 do Anexo III) devem ser concomitantemente atendidos nessa etapa de revisão de projeto. Até porque, como restou evidenciado, os elementos da Tabela 2.10 não atendem ao requisito da durabilidade.

Por fim, além das supracitadas condições de segurança e de durabilidade, a consulta aos projetistas também objetiva evitar danos desnecessários à estrutura, pois, caso eles **aceitem** as novas resistências $f_{ck,est}$ obtidas dos ensaios, os requisitos de avaliação da segurança estrutural serão considerados atendidos e não será necessária a extração de testemunhos.

Permanência da insegurança: extração de testemunhos

De outro modo, caso o resultado da análise dos projetistas estruturais seja **negativo**, isto é, permanecendo a insegurança estrutural, a NBR 7680-1 da ABNT dispõe ser necessária a formação de lotes para extração de testemunhos, em função do tipo de amostragem realizada para o controle de aceitação preconizado na NBR 12655 da ABNT (que no caso da obra em tela foi por amostragem total), bem como da existência ou não de mapeamento (rastreamento) realizado pelo executante durante o lançamento do concreto (ver Tabela III.4 do Anexo III).

Nesse caso, a extração de testemunhos da estrutura acabada (construída) dependerá de **aprovação prévia** de um engenheiro responsável, sendo que, nos casos controversos e que envolvam mais de um interveniente (como é o caso que ora se discute), a extração deve ser **antecipadamente planejada em comum acordo (consenso)** entre as partes envolvidas, tais como os responsáveis pelo projeto estrutural, pela execução da obra, pela extração dos testemunhos e, quando for o caso, pela empresa de serviços de concretagem. Além disso, não seria demasiado destacar que a extração deve ser precedida de estudos com base nos documentos técnicos disponíveis (projetos, memórias de cálculo, memoriais descritivos e outros), de forma a balizar a obtenção de informações consistentes e evitar extrações desnecessárias, que podem minorar a capacidade resistente da estrutura em avaliação.[\[2.73\]](#)

E já que se mencionou no Ponto de Auditoria 3.1.1 “**FALSIFICAÇÃO PARCIAL DE DOCUMENTOS TÉCNICOS RELACIONADOS AO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO ESTRUTURAL**” acerca da acreditação do IST/DF pelo INMETRO, importante também salientar que a própria NBR 7680-1 da ABNT, **recomenda** que todos os ensaios e procedimentos afetos à extração de testemunhos sejam realizados por laboratórios acreditados pelo INMETRO e seus profissionais qualificados conforme a NBR 15146-1 da ABNT[\[2.74\]](#).



A fim de não estender muito os procedimentos que estão previstos na NBR 7680-1 da ABNT, remete-se o leitor ao subitem III.5.1 do Anexo III para compreender as etapas que devem ser suplantadas quando o assunto é extração de testemunhos de estruturas de concreto. Inclusive, é de se destacar que a extração de testemunhos não serve apenas para avaliar a segurança estrutural (subitem III.5.3 do Anexo III), como também para avaliar a resistência potencial do concreto, para fins de aceitação ou não do concreto (subitem III.5.2 do Anexo III).

Não conformidade final: possíveis consequências

Por fim, caso não se comprove a segurança estrutural a partir dos resultados dos testemunhos extraídos, então é preciso saber quais seriam algumas das possíveis consequências.

Primeiramente, segundo a NBR 7680-1 da ABNT, ainda podem ser realizadas novas avaliações com metodologias apropriadas, como prova de carga[2.75], ou qualquer outro ensaio especial, **em comum acordo** entre as partes envolvidas, para aprimorar a análise da segurança estrutural e verificar a possibilidade de **recebimento** da estrutura.

Não obstante ser produtor consultar os termos da NBR 9607 da ABNT, que trata da prova de carga estática em estruturas de concreto, é preciso destacar o entendimento de alguns profissionais sobre o emprego de provas de cargas nas estruturas.

A começar por Marcelli (2007, p. 124):

Entendemos que a prova de carga é um **ensaio conclusivo de uma estrutura [como um todo], ou apenas de um dos seus elementos**, no que diz respeito a sua **capacidade de suportar com segurança ou não uma determinada carga**. Isso é feito através do **carregamento em etapas crescentes, até se atingir um valor final, normalmente 30% acima do previsto para uso**.

A prova de carga **normalmente é classificada como ensaio não-destrutivo**; no entanto, **já ocorreram casos de ruptura do elemento testado. Felizmente, tais fatos não são regra**, uma vez que se tem o controle da fissuração e da deformação, pois, quando se percebe alguma anormalidade, o processo é normalmente interrompido. (grifo nosso)

Já Tobío (1968) assinala que *“as provas de carga – carga limite – de peças naturais são complicadas e desconfortáveis e, naturalmente, antieconômicas”*, apesar de não o serem tanto *“quando se trata de avaliar o comportamento elástico ‘in situ’ de uma viga, uma laje ou qualquer outro elemento horizontal.”* A grande questão é quando se deve ensaiar pilares:

A prova de carga, sob condições reais, de um elemento ou de uma estrutura completa, a fim de **calcular a contribuição do concreto na capacidade de carga da estrutura, não é tão eficiente quanto poderia parecer à primeira vista**.

O ensaio **pode ser afetado por erros no método de cálculo** utilizado para determinar essa contribuição. Por exemplo, as **excentricidades iniciais que podem existir na**



prova de carga de pilares ou suportes **podem ser maiores do que as definidas no projeto**. As **excentricidades reduzem a capacidade portante, o que aparentemente dá uma falsa indicação, por padrão, da resistência do concreto**.

Por outro lado, esse ensaio **não fornece nenhuma informação sobre como a resistência do concreto varia na estrutura e que tipo de dispersão existe**. (grifo nosso)

Sendo assim, caso não seja possível realizar novas avaliações com provas de cargas ou outra metodologia, a NBR 7680-1 da ABNT determina que deve ser escolhida e aplicada uma das seguintes alternativas[2.76]:

- Determinar as **restrições de uso** (limitação de utilização) da estrutura;
- Providenciar projeto de **reforço**[2.65]; ou
- Decidir pela **demolição** parcial ou total da estrutura.

Para Montoya (2009, p. 171), as possibilidades de reforçar os elementos afetados, ou diminuir a carga de serviço inicialmente prevista (restrições de uso), devem ser consideradas antes de se ordenar a demolição.

Responsabilidades

Ainda que todo o cenário exposto quanto à extração de testemunhos não venha a se consumir na prática, é importante trazer à baila algumas considerações quanto à responsabilidade do executante.

Nos termos do art. 76, da Lei Federal nº 8.666/1993, “*A Administração rejeitará, no todo ou em parte, obra, serviço ou fornecimento executado em desacordo com o contrato*” (grifo nosso). E, a fim de mitigar essa possibilidade, foram previstas algumas cláusulas editalícias e contratuais que merecem relevo.

Iniciando-se pelo Termo de Referência – SODF/SUPOP (TR-SODF/109), era responsabilidade do executante:

13. RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES

[...]

13.2. DA CONTRATADA

[...]

A CONTRATADA, sem prejuízo das suas responsabilidades, deverá comunicar imediatamente à FISCALIZAÇÃO, por escrito, qualquer anormalidade verificada na execução das obras e serviços, como também comunicar qualquer fato que resultar em risco de segurança e estabilidade, ou comprometer a qualidade da obra ;



Ocorrendo o previsto no item anterior acima, com o objetivo de não causar danos a nenhuma das partes, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar modificações de caráter urgente, justificando a sua autorização;

[...]

Aplicar, nas obras e serviços, materiais de boa qualidade, reservando-se ao CONTRATANTE o direito de mandar efetuar os ensaios que julgar necessários, rejeitando todos aqueles que julgarem de má qualidade ou inadequados, debitando à CONTRATADA todas as despesas consequentes;

Responsabilizar-se pela perfeita execução dos serviços de acordo com as normas e padrões adotados pelo CONTRATANTE e demais órgãos/entidades competentes e apontados nas especificações técnicas e/ou pela ABNT;

[...]

As obras e/ou serviços porventura com vícios ou defeitos, em virtude de ação ou omissão voluntária, negligência, imperícia, imprudência ou emprego de material inadequado ou de qualidade inferior serão demolidos e refeitos sob exclusiva e integral responsabilidade da CONTRATADA, sem ônus para o CONTRATANTE e sem implicar alteração do prazo contratual;

As liberações, pela SODF, dos serviços executados não exime a CONTRATADA da responsabilidade por problemas que, porventura ocorram nos serviços, dentro do prazo de responsabilidade civil, cabendo à mesma corrigir as falhas, às suas expensas; (Termo de Referência – SODF/SUPOP, TR-SODF/109, de 10/11/2020, SEI nº 51409913, grifo nosso)

Essas mesmas cláusulas estavam dispostas também no instrumento contratual assinado pelo executante e pela SODF:

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA – Das Obrigações e Responsabilidades da Contratada

[...]

11.2 – Para a execução da obra objeto deste Contrato, a CONTRATADA também se obriga a:

[...]

VII. A CONTRATADA, sem prejuízo das suas responsabilidades, deverá comunicar imediatamente à FISCALIZAÇÃO, por escrito, qualquer anormalidade verificada na execução das obras e serviços, como também comunicar qualquer fato que resultar em risco de segurança e estabilidade, ou comprometer a qualidade da obra ;

VIII. Ocorrendo o previsto no item anterior acima, com o objetivo de não causar danos a nenhuma das partes, a FISCALIZAÇÃO poderá autorizar modificações de caráter urgente, justificando a sua autorização;

[...]

XXXII. Aplicar, nas obras e serviços, materiais de boa qualidade, reservando-se ao CONTRATANTE o direito de mandar efetuar os ensaios que julgar necessários, rejeitando todos aqueles que julgarem de má qualidade ou inadequados, debitando à CONTRATADA todas as despesas consequentes;

XXXIII. Responsabilizar-se pela perfeita execução dos serviços de acordo com as normas e padrões adotados pelo CONTRATANTE e demais órgãos/entidades competentes e apontados nas especificações técnicas e/ou pela ABNT;

[...]



XXXIX. As obras e/ou serviços porventura com vícios ou defeitos, em virtude de ação ou omissão voluntária, negligência, imperícia, imprudência ou emprego de material inadequado ou de qualidade inferior serão demolidos e refeitos sob exclusiva e integral responsabilidade da CONTRATADA, sem ônus para o CONTRATANTE e sem implicar alteração do prazo contratual;

XL. As liberações, pela SODF, dos serviços executados não exime a CONTRATADA da responsabilidade por problemas que, porventura ocorram nos serviços, dentro do prazo de responsabilidade civil, cabendo à mesma corrigir as falhas, às suas expensas; (Contrato nº 020/2021 – SODF, de 29/6/2021, SEI nº 64781968, grifo nosso)

Há cláusulas do edital que também merecem realce:

16 DAS OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADES DAS PARTES

[...]

II - Para execução da obra objeto deste contrato, a CONTRATADA se obriga a:

[...]

e) **Reparar, corrigir, remover, reconstruir ou substituir, as expensas, no total ou em parte, objeto deste contrato em que se verificarem vícios, defeitos ou incorreções resultantes da execução ou de materiais empregados;**

[...]

l) **Zelar pela execução da obra com qualidade, perfeição e pontualidade;** (Edital de Concorrência nº 011/2020 – DECOMP/DA, de 11/12/2020, SEI nº 52468724, grifo nosso)

Não fosse de conhecimento do executante tais condições, ele não teria declarado expressamente, já em sua proposta na fase de licitação, o que segue:

Na execução dos serviços **observaremos rigorosamente as especificações das normas técnicas brasileiras ou qualquer outra norma que garanta a qualidade igual ou superior**, bem como as recomendações e instruções da fiscalização [...], **assumindo, desde já, a integral responsabilidade pela perfeita realização dos trabalhos**, de conformidade com as normas mencionadas. (“ANEXO VIII – CARTA PROPOSTA”, SEI nº 59507598, p. 5, grifo nosso)

Por último, não se pode deixar de considerar que o presente achado tem **potencial** para ser enquadrado como um **superfaturamento por qualidade**, que é o dano ao erário caracterizado pela deficiência na execução de obras e serviços de engenharia que resulte em diminuição da qualidade, vida útil ou segurança[2.77]. Ou seja, deficiências na execução que resultem na diminuição do desempenho em serviço, da durabilidade ou da capacidade resistente das estruturas de concreto.

Manifestação da unidade auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 30/5/2023, por meio do IAC nº 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 113851991), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1778/2023 – SODF/GAB/ASSESP, de 28/8



/2023 (SEI nº 121025462), encaminhou “a manifestação das unidades técnicas” consignada nos seguintes documentos:

- Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635);
- Despacho – SODF/SUPOP/UNIORC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532); e
- Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).

Dentre esses documentos, apenas a manifestação dos executores da SODF (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803) tocou o assunto deste Ponto de Auditoria 3.1.2, razão pela qual somente se tecerá considerações em relação a ela.

Manifestação quanto aos campos “Fato” e “Causa” do IAC

Especificamente acerca dos campos “Fato” e “Causa” da presente constatação, releva destacar o seguinte trecho da manifestação dos executores do contrato da SODF:

2.2. No que concerne ao referido achado de *Redução da resistência do concreto e da durabilidade das estruturas dos viadutos*, vimos esclarecer que **esta fiscalização tomou todas as providências necessárias para afastar qualquer possibilidade de entrega do objeto licitado, contendo risco a segurança da população que trafega por cima e por baixo das OAE's 08 e 09.**

2.3. Devido a isso, **essa fiscalização seguiu os passos solicitados, vide tópico “O que deve ser feito” às fls. 136/143, sugeridos pela auditores da CGDF.**

2.4. Dessa forma, **destacaremos a seguir as tratativas realizadas por esta fiscalização junto à contratada e supervisão do contrato, para comprovação de que a execução dos viadutos não oferece riscos a população** e de que os resultados apresentados nos laudos do SENAI, aos 28 dias, para os elementos estruturais concretados, eram suficientes para garantir que a resistência evidenciada nos laudos do SENAI e não indicariam necessidade de reforço na estrutura ou demolição parcial/total da estrutura.

2.5. Para comprovação da segurança e durabilidade das estruturas das OAE's 08 e 09 foram consideradas: a) resistência de concreto encontrada nos laudos do SENAI, acostados ao site do SENAI; e b) taxa de aço, em conformidade com os projetos revisados.

[...]

2.28. Diante de todo o exposto acima, segue manifestação desta fiscalização sobre as causas [...]:

Causa

Em 2022:

Falha da fiscalização pela mera conferência formal dos resultados de ensaios de controle tecnológico entregues pelo executante, sem que se tenha sido feita nenhuma análise de conformidade.

Fiscalização:

Entendemos, s.m.j., que a fiscalização do Contrato foi induzida ao erro pelos motivos já citados acima.

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)



Atente-se que a fiscalização, motivada pelos “*passos solicitados*” por esta CGDF no subitem “*O que deve ser feito*”, alegou que “*tomou todas as providências necessárias para afastar qualquer possibilidade de entrega do objeto licitado*” com “*risco à segurança da população*”.

Como será evidenciado em detalhes adiante, quando se tratará das propostas de recomendações que haviam sido feitas no IAC, houve tratativas dos executores da SODF “*junto à contratada e supervisão do contrato, para comprovação de que*” aqueles “*resultados apresentados nos laudos do SENAI, aos 28 dias*” (Tabela 2.2) “*eram suficientes [...] e não indicariam necessidade de reforço [...] ou demolição parcial/total da estrutura*”.

Quanto à “*Causa*” consignada no IAC para ter havido a redução da resistência do concreto e da durabilidade das estruturas dos Viadutos do Sudoeste, que foi a “*Falha da fiscalização pela mera conferência formal dos resultados de ensaios de controle tecnológico entregues pelo executante, sem que se tenha sido feita nenhuma análise de conformidade*”, os executores da SODF entendem que eles foram induzidos ao erro, pelos motivos amplamente discutidos no Ponto de Auditoria 3.1.1.

Ainda que prospere tal argumento, tanto mais pela prática de fraude documental pelo executante ter se dado em boa parte da execução contratual, houve casos de não conformidade segundo a NBR 12655 da ABNT logo no início da execução dos serviços de concretagem que não tiveram **nenhuma ressalva por parte da fiscalização e da supervisora**. Exemplo disso é o Exemplar 19 do IST/DF, referente ao Estação E11 da OAE 8, cujo resultado de não conformidade foi apresentado no Relatório de Ensaio N° 978-2/2022 (SEI n° 88845036) constante, sem falsificação, dos autos da 10ª medição (Processo SEI n° 00110-00001828/2022-15).

Além disso, como será evidenciado no Ponto de Auditoria 3.1.5 “*SUPERFATURAMENTO NOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO*”, tal falha de “*mera conferência formal dos resultados de ensaios de controle tecnológico [...], sem que se tenha sido feita nenhuma análise de conformidade*” também ocorreu nas medições dos serviços de pavimentação.

Logo, em que pese a adulteração de documentos ter tido o condão de prejudicar o controle da fiscalização, não se pode reputar à fraude do executante a causa para a falha de controle primário da SODF, que necessita de aprimoramento no tocante à análise de conformidade dos resultados de controle tecnológico.

Ao final, a fiscalização então concluiu, nestes termos:



10. CONCLUSÃO

10.1. Diante de todos os achados da auditoria, essa fiscalização vem concluir que:

[...]

3.1.2. Redução da resistência do concreto e da durabilidade das estruturas dos viadutos (p. 44/146);

Fiscalização:

Este achado, originado pelo achado de Indício de adulteração parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto da estrutura, foi sanado através de memoriais de cálculo apresentados pelos projetistas da supervisora do contrato e do Consórcio, onde ficou constatado que, ao considerar as resistências inferiores às de projeto acostadas aos laudos do SENAI, no site do SENAI, os viadutos ainda mantinham seus requisitos de segurança, durabilidade, vida útil, integridade asseguradas.

Foram, ainda, realizadas extrações nas OAE's 08 e 09 para verificação da resistência real encontrada nos viadutos no atual momento, sendo verificadas que estão em conformidade com as resistências especificadas em projeto.

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Ou seja, os executores do contrato afirmam que a redução da resistência do concreto e da durabilidade das estruturas dos Viadutos do Sudoeste “foi saneada” em decorrência dos “*memoriais de cálculo apresentados pelos projetistas da supervisora do contrato e do Consórcio*”, nos quais “*ficou constatado que*”, mesmo “*ao considerar as resistências inferiores às de projeto acostadas aos laudos do SENAI*” – obtidas diretamente “*no site do [próprio] SENAI*” –, “*os viadutos ainda mantinham seus requisitos de segurança, durabilidade, vida útil, integridade asseguradas*”.

Em acréscimo, a fiscalização informou que foram “*realizadas extrações nas OAE's 08 e 09 para verificação da resistência real encontrada nos viadutos no atual momento*”, tendo sido verificado “*que estão em conformidade com as resistências especificadas em projeto*”.

Impende averiguar se essas conclusões realmente são verídicas do ponto de vista técnico, o que será feito a partir de agora ao analisar as manifestações quanto às recomendações propostas no IAC.

Manifestação quanto às recomendações do IAC

Recomendação “R.4” do IAC

No tocante à recomendação “R.4” do IAC, a SODF, por meio do despacho de seus fiscais técnicos, assim se pronunciou:

2.28. Diante de todo o exposto acima, **segue manifestação desta fiscalização** sobre as [...] **recomendações** a serem tomadas:

[...]



Propostas de recomendações e orientações Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

R.4) Formular, no prazo de 60 dias, consulta formal ao projetista original e ao projetista revisor (vide tópico “O que deve ser feito” às fls. 136/143) para que expeçam relatório conclusivo quanto ao atendimento ou não dos critérios de qualidade das estruturas de concreto dos viadutos do Sudoeste, em especial o da segurança (capacidade resistente) e o da durabilidade, tendo em vista as constatações evidenciadas neste Ponto de Auditoria;

Fiscalização:

Atendido.

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Apesar de a fiscalização ter alegado que atendeu à recomendação “R.4” do IAC, demonstrar-se-á que a SODF **não a cumpriu a contento** pelos motivos expostos na sequência.

Não comunicação ao projetista original, detentor dos direitos autorais do projeto

Quanto à comunicação formal aos projetistas original e revisor, a fiscalização informou:

2.6. Visando atender ao tópico R.4) [...] os **executores**, por meio do Despacho - SODF/SUAF/UNEOBRAS (id. 114641566), **solicitaram:**

"Solicitamos que os projetistas se manifestem, em até 15 dias úteis, sobre o achado da equipe de auditoria para que expeçam relatório conclusivo quanto ao atendimento ou não dos critérios de qualidade das estruturas de concreto dos viadutos do Sudoeste, em especial o da segurança (capacidade resistente) e o da durabilidade." (Despacho –SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

A saber, a fiscalização demandou, por meio do Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 6/6/2023 (SEI nº 114641566), que fossem acionados não apenas os projetistas original e revisor, como demandado na recomendação “R.4”, mas também o “*projetista da Supervisora do Contrato, que aprovou as revisões realizadas pelo projetista da contratada*”. Com esse fim, no dia 13/6/2023, a SODF então expediu a Notificação nº 161/2023 – SODF/SUAF/ASSESP (SEI nº 114962136) para a supervisora.

Todavia, notou-se da Notificação nº 162/2023 – SODF/SUAF/ASSESP, de 13/6/2023 (SEI nº 114962209), que, ao contrário do que pediam a recomendação “R.4” do IAC e a fiscalização, **a SODF não notificou o projetista original, mas tão apenas o projetista revisor**, isto é, o profissional subcontratado pelo executante da PLANO PROJETO E CONSULTORIA LTDA-ME (CNPJ 05.586.872/0001-05), que, como disposto no subitem I.2 e seguintes do Anexo I, expediu a ART nº 1020220111902 (SEI nº 86613974, p. 2) referente à “*readequação estrutural do projeto dos viadutos*”.



Quanto a isso, repisa-se que, à luz do princípio da segregação de funções (expressamente previsto na Lei Federal nº 14.133/2021), a equipe de auditoria defendeu que, para mitigar a possibilidade de conflito de interesses, deveria tomar parte na avaliação da capacidade resistente da estrutura não apenas o projetista revisor, mas, primariamente, o projetista original, que foi quem concebeu originariamente as estruturas das OAE 8 e 9.

Isso porque, convém trazer à lume, os projetos de engenharia são obras intelectuais (serviços técnicos profissionais especializados) protegidas por lei[2.78]. Nesse sentido, o “caput”, do art. 17, da Lei Federal nº 5.194/1966, dispõe que “*Os direitos de autoria de um [...] projeto de engenharia [...] são do profissional que os elaborar*”. Sendo assim, é direito moral, inalienável e irrenunciável do autor, o de modificá-lo, bem como o de assegurar sua integridade, opondo-se a quaisquer modificações que, de qualquer forma, possam prejudicá-lo ou atingi-lo, como autor, em sua reputação ou honra[2.79].

Dessa forma, segundo o art. 18, da Lei Federal nº 5.194/1966, as alterações do projeto original só poderão ser feitas pelo profissional que o tenha elaborado, salvo em situações que, estando impedido ou recusando-se o autor do projeto a prestar sua colaboração profissional, comprovada a solicitação, as alterações poderão ser feitas por outro profissional habilitado, a quem caberá a responsabilidade pelo projeto modificado.

Sobre isso, convém trazer à baila o magistério de Meirelles (2005, p. 326), para o qual a alteração de projeto é uma falta ética, *in verbis*:

A alteração do projeto é falta ético-profissional, caracterizada pela introdução de **modificações na concepção original sem prévia aquiescência do seu autor**. Diversamente do plágio e da usurpação, que atingem os direitos patrimoniais do autor do projeto, **a alteração atenta contra os seus direitos morais, pelo quê o libera da responsabilidade pela imperfeição ou insegurança da obra, a qual se transfere, solidariamente, ao proprietário e aos profissionais que fizeram ou aconselharam as modificações**. Além disso, cabe ao autor, com base nos arts. 24, IV, da Lei 9.610, de 19.12.1998, e 18 da Lei 5.194/1966, impedir as modificações prejudiciais ao projeto ou à sua reputação profissional. Se elas já estiverem executadas, poderá retirar o seu nome do projeto e haver as indenizações cabíveis dos responsáveis pelas alterações. (grifo nosso)

Logo, em princípio, entende-se que a readequação de projeto deveria ter sido feita pelo próprio projetista original. E apenas diante de seu impedimento ou de sua recusa em colaborar é que outro profissional poderia proceder às alterações ou às atualizações de projeto.

Sem embargo, como não consta dos autos dos processos analisados nenhum tipo de comunicação entre os projetistas original e revisor durante a etapa de readequação do projeto de estruturas em fase de obras, a equipe de auditoria entende que o projetista original deveria, ao



menos, ser consultado para expedir relatório conclusivo quanto ao atendimento ou não dos critérios de qualidade das estruturas de concreto dos viadutos do Sudoeste, haja vista ser o detentor, por lei, dos direitos autorais referentes ao projeto executivo original das OAE 8 e 9, composto de projeto estrutural e projeto de fundações.

Por tais razões, já se nota que a recomendação “R.4” não foi atendida desde o seu início, no quesito da comunicação formal aos projetistas original e revisor. Ainda que o projetista da supervisora também tenha sido contactado, isso não supre a ausência de comunicação ao projetista original.

Acontece que esse não foi o único motivo para a recomendação “R.4” não ter sido atendida. Verificou-se que foram procedidas extrações de testemunhos com “vício de iniciativa”, por assim dizer, haja vista que não houve deliberação consensual entre todas as partes interessadas.

Iniciativa de extrações de testemunhos pelo executante sem consenso com as demais partes

Reparou-se que no dia 30/6/2023, mediante o Ofício nº 26/2023 – SODF/SUAF /UNEOBRAS (SEI nº 116485097), a SODF convocou os representantes legais das empresas executante e supervisora, bem como o projetista revisor subcontratado pelo executante responsável “*pela readequação do projeto executivo*” e o projetista da supervisora responsável pela “*aprovação dos projetos executivos [readequados] da OAE 08 e OAE 09*”, para comparecerem “*presencialmente na Secretaria*” em reunião que seria realizada “*no dia 05/07/2023 às 14h30min*”.

Informa-se que não foram encontrados nos autos dos processos analisados a ata dessa reunião, porém, notou-se que, no dia seguinte ao encontro, isto é, em 6/7/2023, o executante protocolou a Carta CE 323-2023 (SEI nº 117133060, p. 1), apresentando o “*Relatório Preliminar do Projetista [Revisor]*”, contendo a “*Memória de cálculo*” de “*Verificação das estruturas*” (SEI nº 117133060, p. 2/129), e mencionando outros três “*Anexos*” “*para análise prévia da SODF e da Supervisora*”, quais sejam, o “*Laudo Extrações*”, o “*Laudo Esclerometria*” e o “*Mapa de Concretagem*”.

Quanto aos últimos três anexos mencionados pelo executante na Carta CE 323-2023, verificou-se que apenas o “*Laudo Extrações*” e o “*Laudo Esclerometria*” foram acostados aos autos do Processo SEI nº 00110-00001527/2023-72.

Ao compulsar o “*Laudo Extrações*”, observou-se que foi procedida, a mando do executante, uma “segunda” campanha de extrações de testemunhos, em que foram coletadas onze amostras (formando cinco lotes) no dia 7/6/2023, cujos ensaios de ruptura à compressão



foram realizados no dia 13/6/2023, segundo disposto no “Relatório N°: 181-2023” (SEI n° 117133219). Convém destacar que, segundo esse relatório do ensaio, lavrado por profissional técnico da empresa MM – ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA (CNPJ n° 08.140.100/0001-25) subcontratada pelo executante – cuja ART não foi encontrada nos autos –, os “Locais das extrações” foram “indicados pelo interessado”, de onde se subentende que os locais apontados pelo executante constam do supracitado “Mapa de Concretagem” não constante dos autos.

De sua vez, ao recorrer ao “Laudo Esclerometria”, observou-se que, também por ordem do executante, foram realizados vinte e um ensaios esclerométricos nos dias 20 e 22/6/2023, cujos resultados constam do “RELATÓRIO DE RESULTADOS DE ENSAIO DE ESCLEROMETRIA” (SEI n° 117133107). Igualmente é oportuno realçar que, de acordo com esse relatório técnico, elaborado em 28/6/2023 pela CONEXÃO ARQUITETURA E ENGENHARIA LTDA. (CNPJ n° 40.394.562/0001-81) e com registro da ART n° 0720230050823, os “locais (elementos estruturais) ensaiados, assim como a quantidade dos mesmos, foram determinados pelo contratante”, segundo “arquivo CAD” “disponibilizado pelo contratante” contendo “a identificação e localização dos elementos nos quais os ensaios deveriam ser realizados”. De onde novamente se infere que os locais assinalados pelo executante constam do supracitado “Mapa de Concretagem” não localizado nos autos.

Inobstante a ausência do “Mapa de Concretagem” elaborado pelo executante, será demonstrado adiante que “o mapa de extração de corpos de prova” demandado pela fiscalização e elaborado pela supervisora, contido no “arquivo CAD nomeado ‘MAPA2.DWG’” (SEI n° 117572813) e ilustrado na Figura 2.66, contempla a indicação dos elementos estruturais em que foram procedidas extrações de testemunhos nessa “segunda” campanha.

Portanto, nota-se que foram procedidas extrações de testemunhos por **iniciativa exclusiva** do executante, isto é, sem ter havido comum acordo (consenso) com as outras partes envolvidas, tais como a fiscalização, o projetista original e a supervisora, contrariamente ao que determina a NBR 7680-1 da ABNT, segundo descrito no subitem III.5 do Anexo III. Tal fato fora até mesmo registrado pela fiscalização, *in verbis*:

2.11. Cabe registrar que **as extrações citadas acima foram realizadas de forma independente, por parte do CONSÓRCIO VIADUTO EPIG.** (Despacho – SODF /SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI n° 119541803, grifo nosso)

Antes de prosseguir, há que se deitar luzes, brevemente, à “primeira” campanha de extrações de testemunhos, haja vista que, como mencionado, as supracitadas extrações consistiram em uma “segunda” campanha.

“Primeira” campanha de extrações

A saber, a “primeira” campanha já havia sido realizada durante o período de execução da auditoria na Viga Longarina – VL 9 da OAE 8, na qual foram realizadas duas extrações de testemunhos, como se nota na Figura 2.61 c.

Figura 2.61 – Extração e ensaios de testemunhos da Viga Longarina VL 9 (OAE 8).



(a) Extração de testemunho.

(b) Equipamento de extração.



(c) Locais de extração.

(d) Testemunho.

(e) Ensaio ultrassônico.

Fonte: (a), (b), (d) e (e) “RELATÓRIO TÉCNICO” da NDTEC (SEI nº 87107981, p. 7 e 9); e (c) Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Sem que se pretenda esgotar o assunto em torno da “primeira” campanha de extrações, importa destacar que o procedimento de extração fora realizado no dia 6/5/2022 pela NDTEC – ENGENHARIA LTDA. (CNPJ 24.552.510/0001-30), cujo profissional, anotado pela ART 0720220040884 (SEI nº 87107999), expedira “RELATÓRIO TÉCNICO” encaminhado pelo executante mediante a Carta CE 159-2022, de 24/5/2022 (SEI nº 87107981), com a seguinte conclusão:



6. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados coletados, conclui-se que **não há falhas ou emenda na região da concretagem, que havia a suspeita da presença de uma junta fria**. Ainda que o **intervalo entre o lançamento do concreto dos caminhões tenha sido elevado**, não houve prejuízo para a ligação e o desempenho do concreto. (grifo nosso)

A saber, alguns dos fatos ensejadores da extração foram descritos pela supervisora, que elencou diversos problemas de ordem executiva ocorridos durante a concretagem da referida viga no dia 20/4/2022, *in verbis*:

[...] deve-se considerar **diversos problemas** que ocorreram nesse dia **durante a concretagem**:

- a) **Insuficiência da rede de iluminação elétrica**, prejudicando tanto a concretagem como os trabalhos dos tecnologistas do concreto;
- b) **Vibradores de adensamento do concreto com problemas elétricos**;
- c) **Riscos de acidentes** com proximidades das escavações das OAE e falta de sinalização, principalmente para o período noturno;
- d) **Falta de Concreto** devido ao horário em que foi solicitado pois a **usina já tinha encerrado seus trabalhos**;
- e) **Mal posicionamento da bomba lança** após acoplamento do primeiro caminhão betoneira tendo que desacoplá-lo para reposicionamento adequado. (Documento EC202100020876-026-2022, de 22/4/2022, grifo nosso)

Culminando com a seguinte preocupação:

[...] uma **grande preocupação desta Supervisora** diz respeito a um **possível problema de Junta Fria**. A forma de concretagem executada pelo Consórcio é de espalhamento por igual em todo o comprimento da viga, isto é, lançam o concreto de uma extremidade a outra com o mesmo caminhão betoneira.

Ademais, **a preocupação é que entre o início do amassamento do concreto do primeiro caminhão betoneira (16:33hrs) e a retomada da concretagem com o terceiro caminhão (20:40 hrs), tem-se, aproximadamente, um intervalo de mais de 240 minutos**. Em outros termos, tem-se que foi lançado um concreto (terceiro caminhão) sobre outro, já presente na viga, que estava com um tempo de início de hidratação de mais de 04 horas. (Documento EC202100020876-026-2022, de 22/4/2022, grifo nosso)

A equipe de auditoria esteve presente nesse dia da concretagem em que houve, inclusive, **rejeição** do segundo caminhão-betoneira (CB 238 e Nota Fiscal 123663), pelo fato de o concreto constante de seu balão (tambor) ter apresentado, segundo a supervisora, resultados do *slump* **“da ordem de 29 cm”** (grifo nosso), superior ao limite de 22 ± 3 cm estabelecido na nota fiscal (SEI n^{os} 84903834, p. 1; 85583460, p. 12 e 87168713, p. 22) (Figura 2.62).

A título de comparação, a NBR 11768-1 da ABNT (que trata dos requisitos para aditivos químicos para concreto de cimento Portland) preceitua que o chamado concreto de referência, que é aquele “*com composição e propriedades conhecidas, destinado a comprovar o desempenho de um determinado aditivo*”[2.80], “*deve ser dosado e eventualmente ajustado para se obter aspecto coeso, sem tendência de segregação, ou desmoronamento durante o ensaio*” de abatimento[2.81] (Figura 2.64). Perceba-se que seu aspecto é bem diferente daquele da obra (Figura 2.62).

Figura 2.64 – Aspecto ideal do concreto de referência durante ensaio de abatimento.



Fonte: Figura A.1, da NBR 11768-1:2019 da ABNT.

Há ainda inúmeros outros aspectos em torno da VL9 (OAE 8) que mereciam ser destacados, mas que, por conta da extensão do presente relatório, a equipe de auditoria decidiu não relatá-los. O que não impede que os pormenores desse caso possam ser consultados nos autos do Processo SEI nº 00110-00001301/2022-91, por meio do qual podem ser vistas, inclusive, as manifestações da fiscalização e do projetista revisor sobre a questão, que culminaram com a **aceitação** da peça mesmo diante das intercorrências durante a concretagem.

Feitas essas considerações quanto à “primeira” campanha de extrações, há que se deitar luzes a algumas inconsistências da “segunda” campanha.

Inconsistências da “segunda” campanha de extrações

Primeiramente, como elucidado no subitem “*O que deve ser feito*”, a equipe de auditoria demonstrou que a primeira etapa a ser cumprida pela SODF seria acionar os projetistas original e revisor para que ambos revisassem o projeto no sentido de verificarem a segurança em relação a todos os possíveis estados que são admitidos como limites para as estruturas dos viadutos. Nesse sentido, apesar de não terem contactado o projetista original, em desprestígio à



segregação de funções e contribuindo para um possível conflito de interesses, notou-se que o “*Relatório Preliminar do Projetista*”, contendo a “*Memória de cálculo*” de “*Verificação das estruturas*” (SEI nº 117133060, p. 2/129), cumpriria **parcialmente** essa primeira etapa.

De acordo com a fiscalização, a metodologia adotada “*Para comprovação da segurança e durabilidade das estruturas das OAE's 08 e 09*” consistiu basicamente em considerar a “*resistência de concreto [aos 28 dias] encontrada nos laudos do SENAP*” diretamente obtidos do “*site do SENAP*” e a “*taxa de aço, em conformidade com os projetos revisados*” (SEI nº 119541803).

Em face disso, ao avaliar rapidamente o memorial de cálculo revisional do projetista revisor, pode-se perceber que, de um modo geral, o profissional “recalculou” **alguns** dos elementos estruturais referentes aos casos de não conformidade indicados na Tabela 2.2, inclusive com as menores resistências características estimadas ($f_{ck,est}$) obtidas nos ensaios consignadas na referida tabela. E, ao final de parte desses elementos recalculados, restava consignado que a “*Armadura utilizada no detalhamento*” atendia “*as condições reais de utilização*” mesmo com a resistência de ensaio ($f_{ck,est}$) inferior à resistência especificada em projeto (f_{ck}).

Quanto a essa etapa revisional de verificação das condições analíticas de segurança, informa-se que não foi possível avaliar a precisão e a pertinência dos recálculos, pois, além de ser necessário lançar mão de sistemas operacionais específicos para viabilizar a conferência – a exemplo do *Software Structural Analysis Program* – STRAP, utilizado pelo projetista revisor, como descrito no subitem V.1 do Anexo V –, algumas etapas de cálculo fugiriam à alçada técnica da equipe de auditoria. Até porque o profissional não recorreu aos ábacos de José Calavera Ruiz elencados em “*PATOLOGÍA DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO*”, como sugerido no subitem “*Condições analíticas de segurança*”.

Não obstante, a equipe de auditoria entende que o referido memorial de cálculo não pode ser considerado propriamente como o “*relatório conclusivo*” a que se refere a recomendação “*R.4*” do IAC, na medida que o projetista revisor não relatou o que observou, nem consignou a sua opinião técnica **conclusiva** quanto aos requisitos de segurança estrutural e de durabilidade. Analogamente, seria semelhante a realizar algum exame médico e ter em mãos apenas o resultado do exame, sem qualquer laudo que o interpretasse.

Pois bem, o que chamou a atenção foi o fato de que, mesmo o projetista revisor tendo aprovado a “*Armadura utilizada no detalhamento*” de alguns elementos estruturais, já consideradas as menores resistências de ensaio $f_{ck,est}$ indicadas na Tabela 2.2 (que elenca os casos

de não conformidade, segundo a NBR 12655 da ABNT), ainda assim, o executante demandou a extração de testemunhos.

Para mencionar um exemplo, tem-se o caso dos Pilares P1 e P4 da OAE 9, cujo recálculo procedido pelo projetista revisor considerou a resistência de ensaio $f_{ck,est}$ de 25,3 MPa (Exemplar 187 do IST/DF na Tabela 2.2) tanto na “Situação normal de utilização dos Viadutos” (SEI nº 117133060, p. 26/30), quanto na “Situação de levantamento dos Viadutos para substituição dos Aparelhos de Apoio” (SEI nº 117133060, p. 31/35). E, mesmo diante da conclusão do projetista revisor de que a “Armadura utilizada no detalhamento” atendia “as condições reais de utilização mesmo com f_{ck} de 25,3 MPa”, ainda assim o executante demandou extração de três testemunhos do Pilar P4, como se nota da Tabela 2.11, que contém a indicação dos locais de extração da “segunda” campanha, bem como as resistências corrigidas ($f_{ci,ext}$), de projeto (f_{ck}) e potenciais do concreto ($f_{ci,ext,pot}$).

Tabela 2.11 – Identificação e resistências de ensaio dos testemunhos extraídos na “segunda” campanha.

Lote	Testemunho	Local das Extrações (Elemento Estrutural)	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}$) ⁽¹⁾	Resistência de Projeto (f_{ck})	Resistência Potencial do Concreto ($f_{ci,ext,pot}$) ⁽²⁾
1	T1	Laje do Tabuleiro da OAE 8 Eixo 2-3 - Fx 4	62,3 MPa	35,0 MPa	62,7 MPa
	T2	Laje do Tabuleiro da OAE 8 Eixo 2-3 - Fx 5	62,7 MPa		
2	T3	Pilar P4 da OAE 9	29,5 MPa	30,0 MPa	34,7 MPa
	T4	Pilar P4 da OAE 9	34,7 MPa		
	T5	Pilar P4 da OAE 9	33,4 MPa		
3	T6	Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 8	26,7 MPa	25,0 MPa	26,7 MPa
	T7	Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 8	26,2 MPa		
4	T8	Viga Longarina VL3 da OAE 8	52,3 MPa	35,0 MPa	52,3 MPa
	T9	Viga Longarina VL3 da OAE 8	52,1 MPa		
5	T10	Viga Longarina VL8 da OAE 8	54,8 MPa	35,0 MPa	56,6 MPa
	T11	Viga Longarina VL8 da OAE 8	56,6 MPa		

(1) A resistência corrigida $f_{ci,ext}$ é calculada por meio da Eq. III.9 do subitem III.5.1 do Anexo III. Os coeficientes k_1 , k_2 , k_3 e k_4 utilizados pela MM – Engenharia e Consultoria podem ser consultados no “Relatório N°: 181-2023” (SEI nº 117133219, p. 2/3).

(2) A resistência potencial do concreto $f_{ci,ext,pot}$ é obtida do maior valor de resistência dos testemunhos extraídos de cada lote, conforme disposto no subitem III.5.2 do Anexo III.

Na Figura 2.65 a seguir, são ilustradas as fotos dos testemunhos após terem atingido o estado de ruptura à compressão e as respectivas cargas de ruptura na prensa.

Figura 2.65 – Fotos dos testemunhos da “segunda” campanha em estado de ruptura à compressão.



Fonte: “Relatório Nº: 181-2023” (SEI nº 117133219, p. 4).

Como se percebe dos resultados da Tabela 2.11, todos os lotes atenderiam à Equação III.11 do subitem III.5.2 do Anexo III, fazendo com que o concreto empregado nos referidos elementos pudesse ser aceito, com base na NBR 7680-1 da ABNT.

Acontece que, de acordo com a referida norma, como disposto no subitem III.5 do Anexo III, apenas no caso de a análise do projetista estrutural ser **negativa**, isto é, no caso de os requisitos de avaliação da segurança estrutural não serem atendidos com a resistência $f_{ck,est}$, é que deveriam ser programadas as extrações de testemunhos. Portanto, como o “Relatório Preliminar do Projetista” tinha obtido um resultado positivo para os Pilares P1 e P4 (SEI nº 117133060, p. 26/35), *e.g.*, **indaga-se por qual motivo se fez necessária a extração de três testemunhos do Pilar P4 da OAE 9.**

Não bastasse isso, questiona-se, inclusive, o motivo para os ensaios de esclerometria terem sido realizados **posteriormente** às extrações de testemunhos, vez que, como descrito no subitem III.5 do Anexo III, os ensaios não destrutivos, dos quais a esclerometria faz parte, são indicados pela NBR 7680-1 da ABNT para situações em que o executante não tenha identificado os lotes por mapeamento durante a concretagem (lotes sem rastreabilidade), em que tal omissão poderia então ser suprida mediante o referido ensaio. Isso porque, como igualmente disposto no subitem III.5 do Anexo III, a NBR 7584 da ABNT salienta que a esclerometria não pode ser considerada substituta da extração de testemunhos, mas um método adicional ou um ensaio complementar.

Em todo caso, Helene (2011, p. 68) defende que os testemunhos devem ser extraídos **preferencialmente após** realização de ensaios esclerométricos, haja vista que eles auxiliam a escolha dos melhores locais a serem verificados, inclusive contribuindo com a redução dos riscos de minorar a capacidade resistente da estrutura com extrações desnecessárias.

Analisando-se os resultados esclerométricos da Tabela 2.12, percebe-se que dos vinte e um locais ensaiados nos dias 20 e 21/6/2023, cinco deles referem-se a locais em que já haviam sido realizadas, no dia 7/6/2023, extrações de testemunhos, quais sejam, o Pilar P4 da OAE 9, bem como as Vigas Longarinas VL3 e VL8 e a Viga de Coroamento do Eixo 3, todas da OAE 8.

Tabela 2.12 – Resultados do ensaio de esclerometria da “segunda” campanha.

Local (Elemento Estrutural)	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (I_{Ea})	Resistência Aproximada ($f_{ck,aprox}$)	Resistência de Projeto (f_{ck})
Pilar P1 da OAE 9 (A)	40,8 MPa	35,3 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Pilar P1 da OAE 9 (B)	40,6 MPa	35,0 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Pilar P2 da OAE 9 (A)	38,8 MPa	32,3 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Pilar P2 da OAE 9 (B)	39,3 MPa	33,1 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Pilar P3 da OAE 9 (A)	39,5 MPa	33,4 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Pilar P3 da OAE 9 (B)	39,4 MPa	33,2 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Pilar P4 da OAE 9 (A)	39,4 MPa	33,3 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Pilar P4 da OAE 9 (B)	39,4 MPa	33,3 ± 6,0 MPa	30,0 MPa
Viga Longarina VL3 da OAE 8	41,1 MPa	35,7 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Longarina VL4 da OAE 8	41,1 MPa	35,7 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Longarina VL8 da OAE 8	44,8 MPa	41,4 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Longarina VL12 da OAE 8	40,3 MPa	34,5 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Longarina VL1 da OAE 9	41,4 MPa	36,2 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Longarina VL8 da OAE 9	40,4 MPa	34,8 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Longarina VL12 da OAE 9	39,8 MPa	33,8 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Longarina VL14 da OAE 9	39,8 MPa	33,8 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga Transversina T4 da OAE 9 (entre VL11 e VL12)	38,7 MPa	32,2 ± 6,0 MPa	35,0 MPa
Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 8	33,4 MPa	24,7 ± 5,5 MPa	25,0 MPa
Viga de Coroamento do Eixo 1 da OAE 9	34,9 MPa	26,8 ± 5,5 MPa	25,0 MPa
Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 9 (A) (entre VL10 e VL11)	34,7 MPa	26,5 ± 5,5 MPa	25,0 MPa



Local (Elemento Estrutural)	Índice Esclerométrico Médio Efetivo (I_{Ea})	Resistência Aproximada ($f_{ck,aprox}$)	Resistência de Projeto (f_{ck})
Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 9 (B) (entre VL13 e VL14)	33,0 MPa	24,1 ± 5,5 MPa	25,0 MPa

Fonte: Tabela 2 do “RELATÓRIO DE RESULTADOS DE ENSAIO DE ESCLEROMETRIA” (SEI nº 117133107, p. 10).

Nesse diapasão, ao comparar os resultados das resistências de ensaio das Tabelas 2.11 e 2.12, nota-se que, para o Pilar P4 da OAE 9, a resistência potencial do concreto $f_{ci,ext,pot}$ de 34,8 MPa é relativamente próxima da média da resistência aproximada $f_{ck,aprox}$ de 33,3 MPa. O mesmo pode ser dito para a Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 8, cuja resistência potencial do concreto $f_{ci,ext,pot}$ é 26,8 MPa e a média da resistência aproximada $f_{ck,aprox}$ é 24,7 MPa.

Porém, em relação às Vigas Longarinas VL3 e VL8, ambas da OAE 8, a diferença entre as resistências potenciais do concreto $f_{ci,ext,pot}$ e as médias das resistências aproximadas $f_{ck,aprox}$ é significativa. Na VL3, a $f_{ci,ext,pot}$ é 52,5 MPa e a média de $f_{ck,aprox}$ é 35,7 MPa, enquanto que na VL8, a $f_{ci,ext,pot}$ é 56,7 MPa e a média de $f_{ck,aprox}$ é 41,4 MPa, demonstrando, assim, que a esclerometria não pode ser considerada como um ensaio substituto da extração de testemunhos para ruptura à compressão centrada.

Inobstante, o que merece realce são os sete casos destacados em vermelho da Tabela 2.12, os quais denotam que as médias das resistências aproximadas $f_{ck,aprox}$ estão **abaixo** da resistência de projeto f_{ck} .

Com base nas prescrições da NBR 7680-1 da ABNT, há dois relatórios distintos que devem ser apresentados quando da extração de testemunhos. O primeiro deles é chamado “relatório da extração e do ensaio” (ou simplesmente “relatório do ensaio”), e o segundo é denominado “relatório final de análise” (ou apenas “relatório de análise”). Acontece que este contém aquele, ou seja, o relatório de análise é mais completo.

Quanto a isso, impende destacar que se verificou que o profissional da NDTEC – ENGENHARIA, que procedeu à análise dos testemunhos da “primeira” campanha, é exatamente o mesmo da MM – ENGENHARIA E CONSULTORIA, responsável pela avaliação das amostras da “segunda” campanha.

Nesse sentido, reparou-se que, enquanto para a “primeira” campanha foi acostado nos autos o relatório final de análise do referido profissional (SEI nº 87107981, p. 2/13), para a “segunda” campanha foi acostado mero relatório do ensaio (SEI nº 117133219). Para se ter ideia



da diferença, o relato da “primeira” campanha apresentou fotos georreferenciadas dos ensaios de pacometria (SEI nº 87107981, p. 6) e da extração dos testemunhos (SEI nº 87107981, p. 7); acostou as fotos do ensaio ultrassônico (SEI nº 87107981, p. 9); e procedeu à análise técnica dos resultados dos ensaios ultrassônico e da determinação da resistência à compressão axial (item “5. ANÁLISE DOS RESULTADOS” – SEI nº 87107981, p. 10).

Ao revés, o relato da “segunda” campanha se limitou apenas a demonstrar os resultados da resistência à compressão axial dos testemunhos (SEI nº 117133219), tal qual o “ANEXO 2” do relato da “primeira” campanha.

Inclusive, na “primeira” campanha, o executante também apresentou o parecer técnico do projetista revisor, “referente aos estudos de integridade” da VL9 da OAE 8 realizados pela NDTEC – ENGENHARIA. Porém, não foi localizado nos autos o parecer do referido projetista em relação às extrações da “segunda” campanha.

Portanto, como a iniciativa das extrações da “segunda” campanha não foi planejada antecipadamente em comum acordo com todas as partes envolvidas; acrescido o fato de que, mesmo com o resultado positivo na etapa revisional do projetista revisor para os Pilares P1 e P4, v.g., ainda houve extrações de testemunhos do Pilar P4 da OAE 9; considerando ainda que houve a realização de ensaios esclerométricos *a posteriori*, quando estes preferencialmente deveriam ter sido feitos *a priori*, e que, inclusive, alguns deles resultaram em resistências aquém das previstas em projeto (Tabela 2.12); tendo em vista que o relatório do ensaio da “segunda” campanha de extrações de testemunhos, de mesma autoria daquele da “primeira” campanha, foi muito sumário a ponto de não ser conclusivo; e, enfim, sabendo que não houve nenhuma manifestação dos projetistas revisor e original quanto aos resultados dos ensaios realizados na “segunda” campanha, pode-se concluir que os resultados apresentados pelo executante não atendem à recomendação “R.4” do IAC.

Por fim, e não menos relevante, ainda que as inconsistências ora relatadas não sejam suficientes para desqualificar **tecnicamente** os procedimentos realizados na “segunda” campanha, considerando, do ponto de vista **moral e ético**, o “vício de iniciativa” das extrações, que foi exclusiva do executante, isto é, sem ter havido anuência dos demais intervenientes, e sobretudo o reconhecimento da falsificação parcial de documentos técnicos relacionados ao controle tecnológico do concreto estrutural relatada no Ponto de Auditoria 3.1.1, a equipe de auditoria defende que os resultados apresentados nas Tabelas 2.11 e 2.12, em que pese terem sido realizados por profissionais subcontratados pelo executante, **não gozam de presunção de veracidade.**

“Terceira” campanha de extrações

Em decorrência de o planejamento da “segunda” campanha ter sido feito de modo individual pelo executante, a fiscalização, após a reunião realizada na sede da SODF no dia 5/7/2023, decidiu realizar uma “terceira” campanha de extrações, na qual seriam procedidos ensaios de contraprova com auxílio da supervisora, nestes termos:

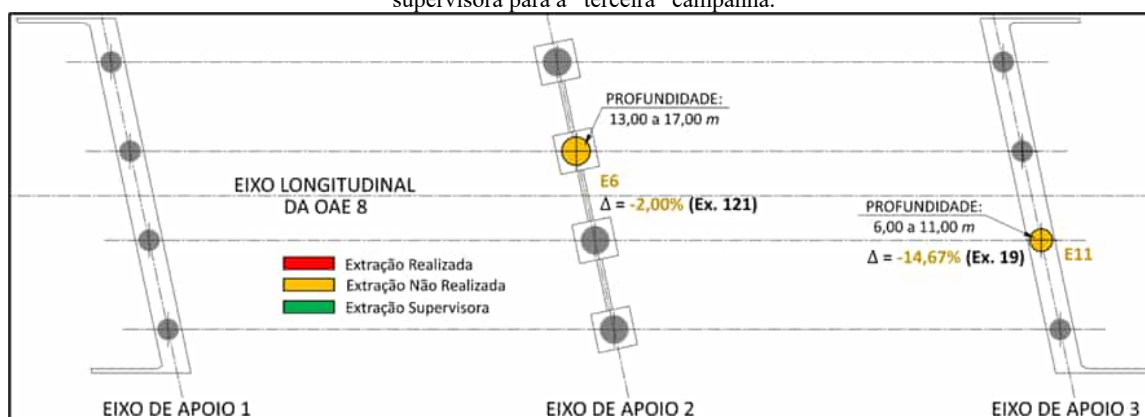
2.12. Considerando que **não houve participação dos executores do contrato nº 020/2021, bem como dos membros da supervisora (FUTURE ATPSERVIÇOS DE ENGENHARIA CONSULTIVA LTDA.), nas extrações e resultados apresentados na Carta CE 323-2023 (id. 117133060) e seus anexos (ids. 117133107 e 117133219), esta fiscalização optou por obter contraprova de tais extrações.**

2.13. Nesse sentido, **foi solicitado que o projetista da supervisora, responsável pela aprovação da revisão do projeto executivo das OAE's 08 e 09, indicasse “mapa de extração” dos locais a serem realizados os ensaios de contraprova.** (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

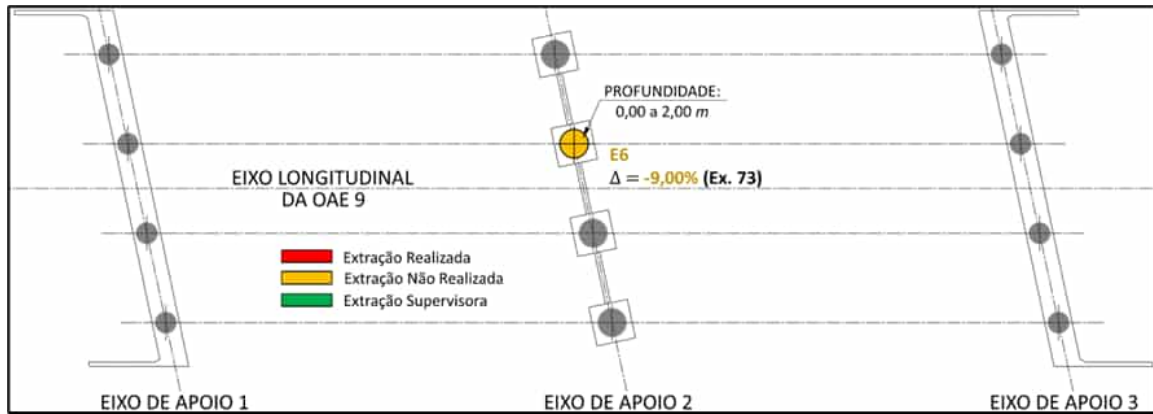
A seu turno, no dia 10/7/2023, a supervisora encaminhou, por meio do Documento EC202100020876-008-2023 (SEI nº 117572813), “o mapa de extração de corpos de prova” demandado pela fiscalização, contido no “arquivo de CAD nomeado ‘MAPA2.DWG’” (SEI nº 117572879).

Ao compulsar o referido arquivo digital, reparou-se que diversos elementos estruturais foram sombreados com cores distintas para representar os locais de “*Extração Realizada*” pelo executante na “segunda” campanha (em vermelho), “*Extração Não Realizada*” (em amarelo) e “*Extração [indicada pela] Supervisora*” (em verde), segundo ilustrado na Figura 2.66.

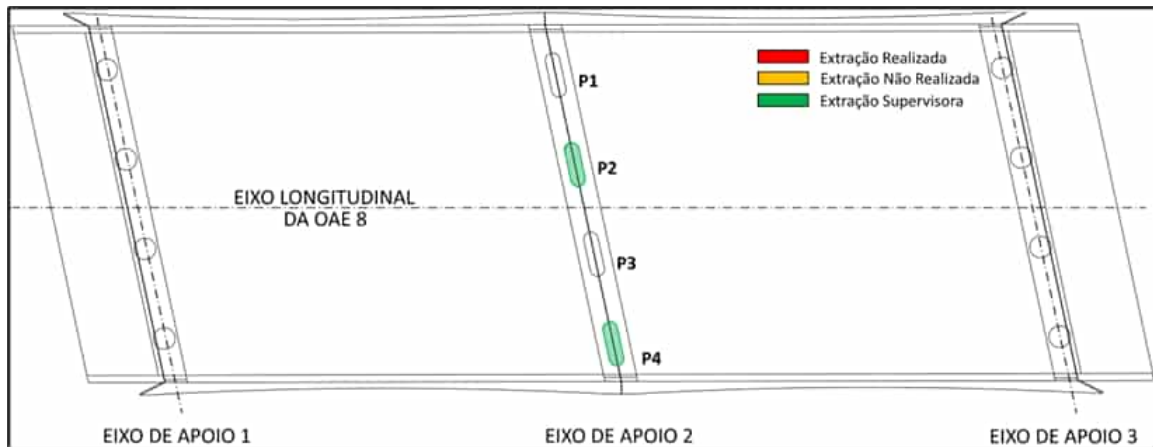
Figura 2.66 – Elementos em que foram realizadas extrações na “segunda” campanha, bem como daqueles sugeridos pela supervisora para a “terceira” campanha.



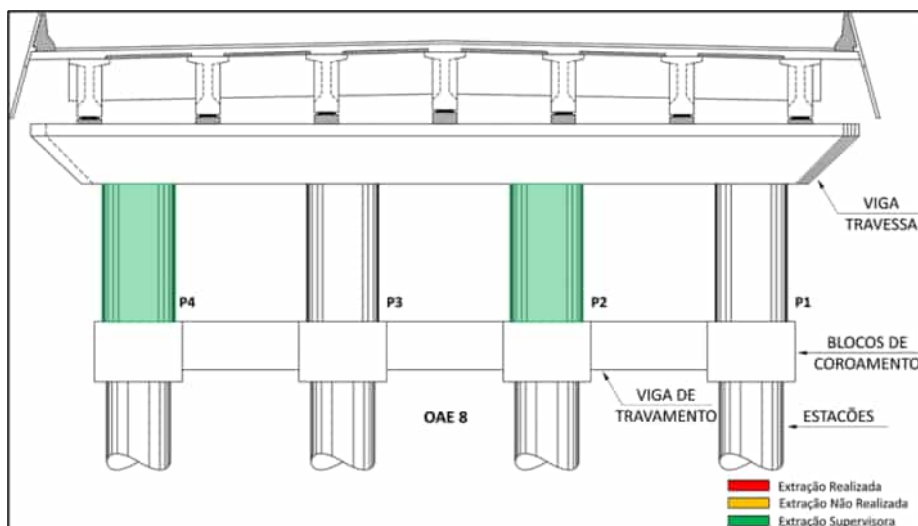
(a) Estações da OAE 8 (vista em planta).



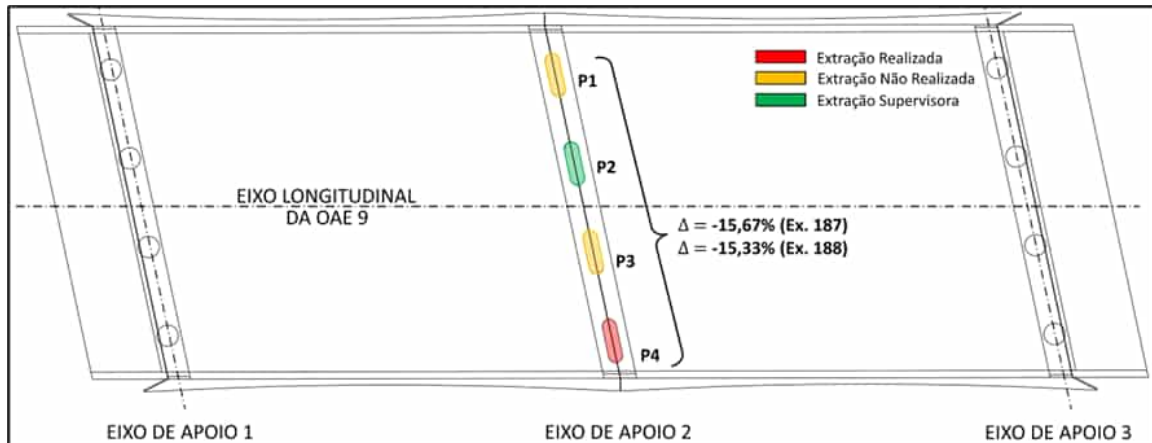
(b) Estações da OAE 9 (vista em planta).



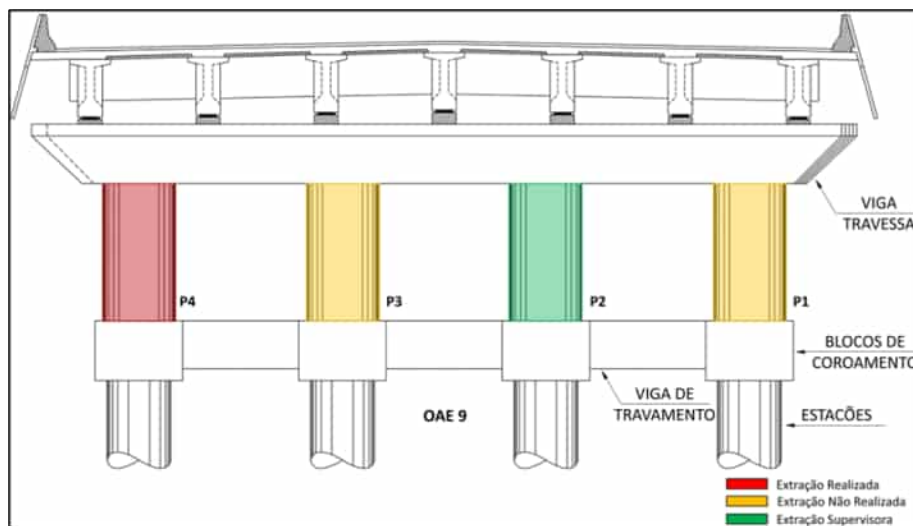
(c) Pilares da OAE 8 (vista em planta).



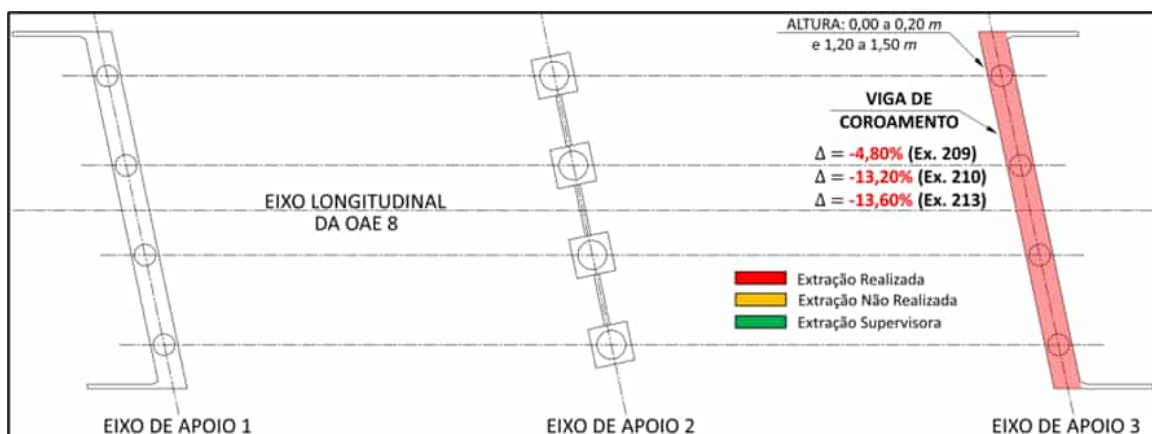
(d) Pilares da OAE 8 (vista lateral do pórtico).



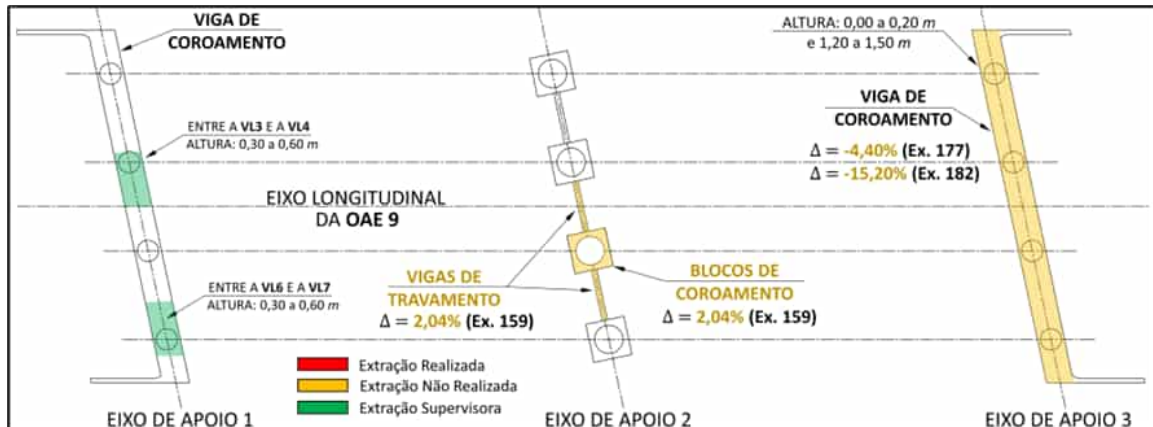
(e) Pilares da OAE 9 (vista em planta).



(f) Pilares da OAE 9 (vista lateral do pórtico).



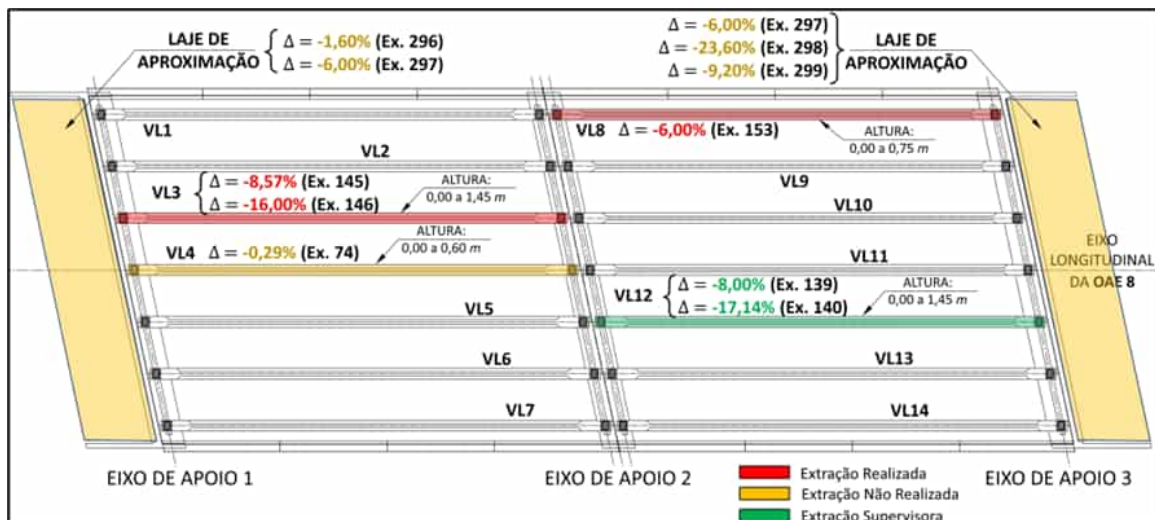
(g) Vigas de Coroamento da OAE 8 (vista em planta).



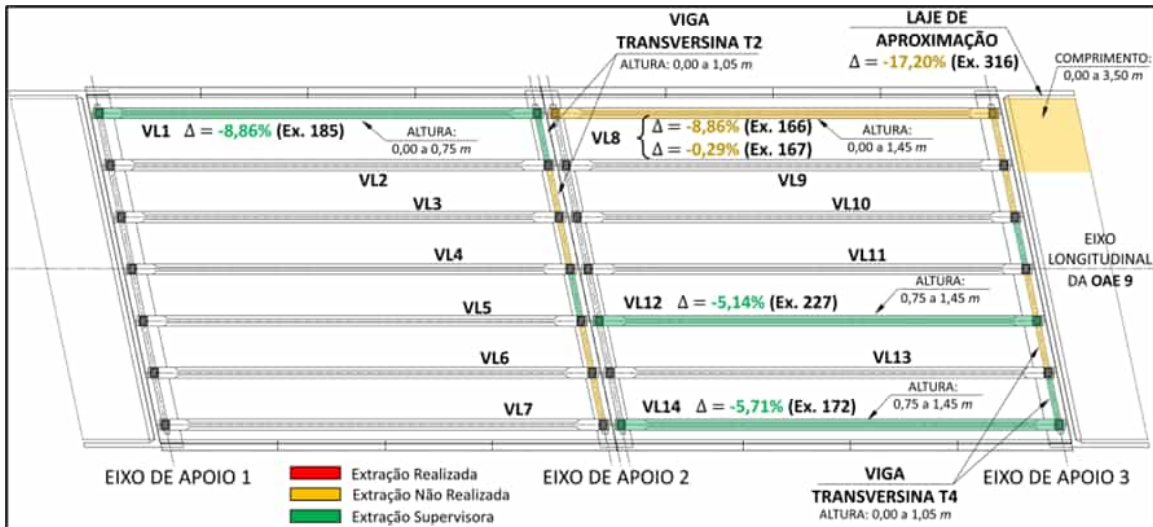
(h) Vigas de Coroamento e de Travamento e Blocos de Coroamento da OAE 9 (vista em planta).



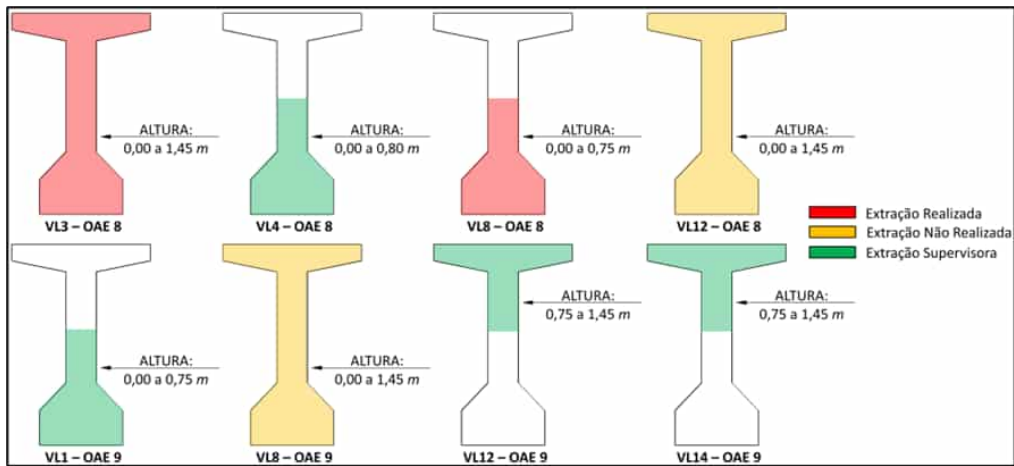
(i) Vigas de Coroamento das OAE 8 e 9 (vista lateral).



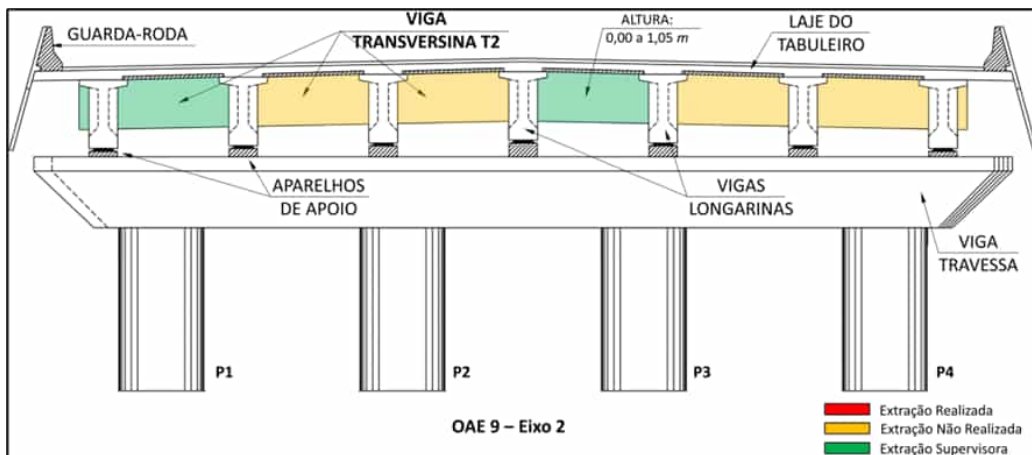
(j) Vigas Longarinas e Lajes de Aproximação da OAE 8 (vista em planta).



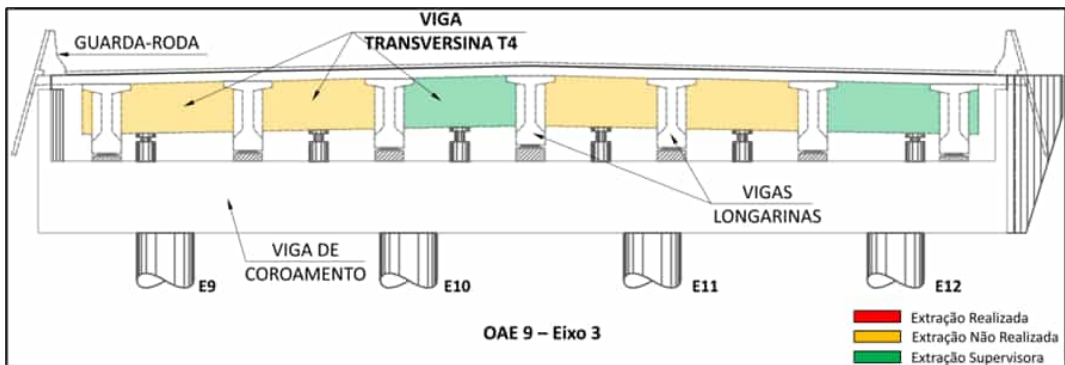
(k) Vigas Longarinas, Transversinas e Laje de Aproximação da OAE 9 (vista em planta).



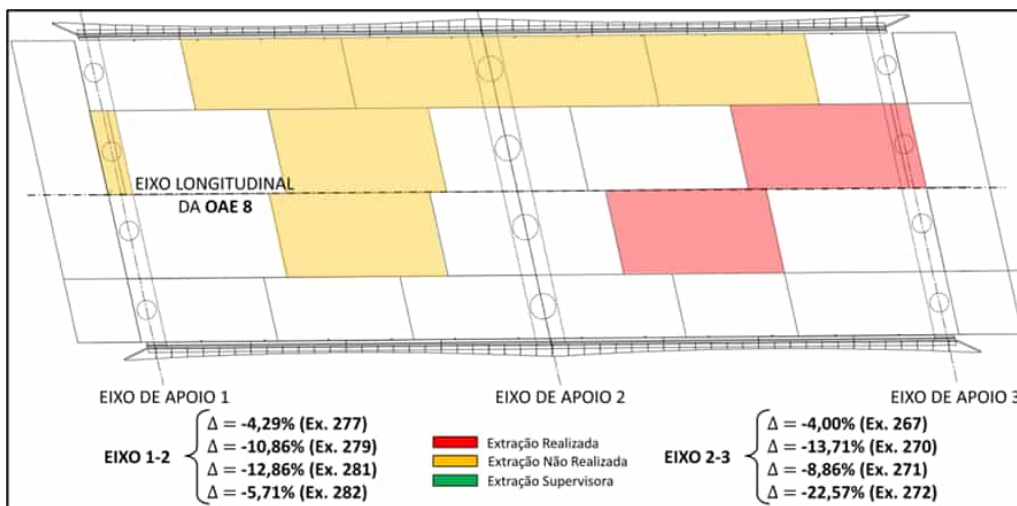
(l) Vigas Longarinas das OAE 8 e 9 (vista em corte).



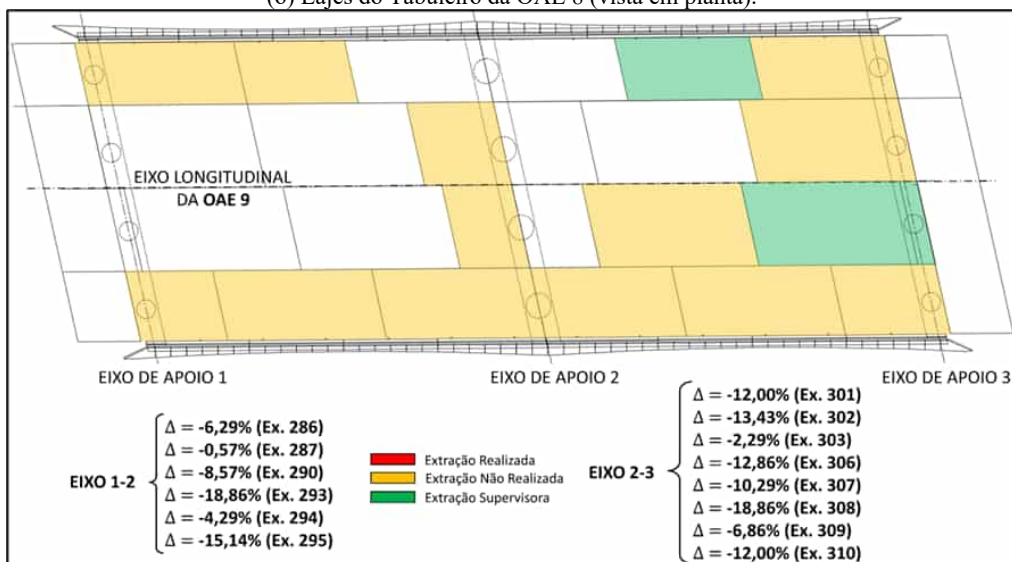
(m) Viga Transversina T2 da OAE 9 (vista lateral do pórtico do Eixo 2).



(n) Viga Transversina T4 da OAE 9 (vista lateral do Eixo 3).



(o) Lajes do Tabuleiro da OAE 8 (vista em planta).



(p) Lajes do Tabuleiro da OAE 9 (vista em planta).

Fonte: inspirado no “arquivo de CAD nomeado ‘MAPA2.DWG’” (SEI nº 117572879).

Diante dos locais sombreados em verde nos mapas das extrações da Figura 2.66, nota-se que a supervisora indicou que deveria haver extração de testemunhos do Eixo 2-3 da Laje do Tabuleiro, do Pilar P2, da Viga de Coroamento do Eixo 1, das Vigas Longarinas VL1, VL12 e VL14 e das Vigas Transversinas T2 e T4, todos da OAE 9, como também dos Pilares P2 e P4 e da Viga Longarina VL12, todos da OAE 8.

A partir disso, verificou-se que foi então realizada a “terceira” campanha, em que também foram procedidas extrações de testemunhos **pelo executante** (Figura 2.67), só que, diferentemente da “segunda” campanha, desta vez foi por determinação da SODF, que “ficou responsável pela localização e identificação dos corpos de prova” (SEI nº 120460778, p. 6).

Figura 2.67 – Extrações de testemunhos da “terceira” campanha.



(a) Viga Longarina VL12 da OAE 8. (b) Viga Longarina VL12 da OAE 8. (c) Viga Longarina VL12 da OAE 8.



(d) Viga Longarina VL12 da OAE 9. (e) Viga Longarina VL1 da OAE 9. (f) Laje do Tabuleiro da OAE 9.



(g) Testemunhos no laboratório da CCL.

Fonte: Relatório final de análise SEI nº 120460778, p. 7/8.

As extrações da “terceira” campanha foram acompanhadas pela CCL SERVIÇOS EM RODOVIAS – Eireli – ME (CNPJ nº 29.105.107/0001-86), “*que ficou responsável pela coleta e transporte das peças [testemunhos] ao seu laboratório e pelo rompimento para verificação da qualidade do material*” (SEI nº 120460778, p. 6).

Segundo disposto no Processo SEI nº 00110-00000149/2023-18, a referida empresa foi contratada pela SODF por meio do Contrato nº 008/2023 – SODF, assinado em 27/4/2023 (SEI nº 111320608), para a prestação de serviços geológico-geotécnicos e de controle tecnológico laboratorial (concreto, betumes e solos), com fornecimento de material, mão de obra e equipamentos, destinados à elaboração de projetos e à fiscalização das obras sob a responsabilidade da Secretaria, conforme anexos I e II do referido contrato.

Como resultado de seu trabalho, no dia 21/8/2023, a CCL expediu o Ofício nº 16-2023 (SEI nº 120460778, p. 1), encaminhando o relatório final de análise da “terceira” campanha (SEI nº 120460778, p. 2/13) – igualmente sem ART acostada aos autos analisados –, no qual foram consignados os resultados de dezessete testemunhos, perfazendo um total de 8 lotes, sumariamente dispostos na Tabela 2.13.

Tabela 2.13 – Identificação e resistências de ensaio dos testemunhos extraídos na “terceira” campanha.

Lote	Testemunho	Local das Extrações (Elemento Estrutural)	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}^{(1)}$)	Resistência de Projeto (f_{ck})	Resistência Potencial do Concreto ($f_{ci,ext,pot}^{(2)}$)
1	T1	Viga Transversina T2 da OAE 9 (entre as VL1 e VL2) ⁽³⁾ (A)	29,8 MPa	35,0 MPa	29,8 MPa
	T2	Viga Transversina T2 da OAE 9 (entre as VL4 e VL5) ⁽⁴⁾ (B)	20,3 MPa		



Lote	Testemunho	Local das Extrações (Elemento Estrutural)	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}$) ⁽¹⁾	Resistência de Projeto (f_{ck})	Resistência Potencial do Concreto ($f_{ci,ext,pot}$) ⁽²⁾
2	T3	Pilar P2 da OAE 9 (A)	26,5 MPa	30,0 MPa	26,5 MPa
	T4	Pilar P2 da OAE 9 (B)	25,0 MPa		
	T5	Pilar P2 da OAE 9 (C)	24,1 MPa		
3	T6	Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) da OAE 9 (A)	30,1 MPa	35,0 MPa	30,1 MPa
	T7	Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) da OAE 9 (B)	20,4 MPa		
4	T8	Viga de Coroamento do Eixo 1 da OAE 9 (entre as VL6 e VL7)	26,3 MPa	25,0 MPa	26,3 MPa
	T9	Viga de Coroamento do Eixo 1 da OAE 9 (entre as VL3 e VL4)	19,3 MPa		
5	T10	Viga Transversina T4 da OAE 9 (entre as VL13 e VL14) (A)	27,5 MPa	35,0 MPa	27,5 MPa
	T11	Viga Transversina T4 da OAE 9 (entre as VL13 e VL14) (B)	24,3 MPa		
6	T12	Viga Transversina T4 da OAE 9 (entre as VL10 e VL11) (A)	28,2 MPa	35,0 MPa	29,7 MPa
	T13	Viga Transversina T4 da OAE 9 (entre as VL10 e VL11) (B)	29,7 MPa		
7	T14	Viga Longarina VL1 ou VL12 ⁽⁵⁾ da OAE 9 (A)	23,1 MPa	35,0 MPa	25,9 MPa
	T15	Viga Longarina VL1 ou VL12 ⁽⁵⁾ da OAE 9 (B)	25,9 MPa		
8	T16	Viga Longarina VL12 ⁽⁶⁾ da OAE 8 (A)	38,2 MPa	35,0 MPa	38,6 MPa
	T17	Viga Longarina VL12 ⁽⁶⁾ da OAE 8 (B)	38,6 MPa		

(1) A resistência corrigida $f_{ci,ext}$ é calculada por meio da Eq. III.9 do subitem III.5.1 do Anexo III. Os coeficientes k_1 , k_2 , k_3 e k_4 utilizados pela CCL Serviços em Rodovias podem ser consultados em seu relatório final de análise (SEI nº 120460778, p. 9).

(2) A resistência potencial do concreto $f_{ci,ext,pot}$ é obtida do maior valor de resistência dos testemunhos extraídos de cada lote, conforme disposto no subitem III.5.2 do Anexo III.

(3) Informa-se que para o Testemunho T1 constava a expressão “VL 1-2”, mas que foi alterada, pois a Figura 2.66 k dá a entender que a extração se deu entre as Vigas Longarinas VL1 e VL2.

(4) Informa-se que para o Testemunho T2 constava a expressão “VL 1-2”, mas que foi alterada, pois a Figura 2.66 k dá a entender que a extração se deu entre as Vigas Longarinas VL4 e VL5.

(5) Informa-se que para os Testemunhos T14 e T15 constava a expressão “VL 1-2”, mas que foi alterada para Viga Longarina VL1 ou VL12 pelos motivos seguintes. Primeiramente, porque no Adendo nº 01/2023 – SODF/SUAF/UNEOBRAS (SEI nº 117929055) é feita referência a “2 unidades” de testemunhos extraídos de “Vigas Longarinas” (no plural) da OAE 9. Em segundo lugar, dado que na Figura 2.66 k as Vigas

Longarinas VL1 e VL12 estão sombreadas, denotando elementos a serem submetidos a extrações, reparou-se que as Figuras 2.67 *d* e *e* evidenciam extrações dessas vigas. Logo, ainda que não se saiba precisamente a quais elementos se referem os Testemunhos T14 e T15, é certo que um deles se refere à Viga Longarina VL1 e outro à Viga Longarina VL12.

(6) Informa-se que para os Testemunhos T16 e T17 constava a expressão “VL 1-2”, que a equipe de auditoria confirmou ser uma abreviação para “Viga Longarina VL 12”, como se nota no Adendo nº 01/2023 – SODF/SUAF/UNEOBRAS (SEI nº 117929055).

Na Figura 2.68 a seguir, são ilustradas as fotos dos testemunhos após terem atingido o estado de ruptura à compressão.

Figura 2.68 – Fotos dos testemunhos da “terceira” campanha em estado de ruptura à compressão.



(a) Testemunho T1.

(b) Testemunho T2.

(c) Testemunho T3.

(d) Testemunho T4.



(e) Testemunho T5.

(f) Testemunho T6.

(g) Testemunho T7.

(h) Testemunho T8.



(i) Testemunho T9.

(j) Testemunho T10.

(k) Testemunho T11.

(l) Testemunho T12.



(m) Testemunho T13.

(n) Testemunho T14.

(o) Testemunho T15.

(p) Testemunho T16.



(q) Testemunho T17.

Fonte: relatório final de análise da CCL (SEI nº 120460778, p. 11/13).

Antes de tudo, o que impende destacar, e que **não foi trazido à lume pela fiscalização** em sua manifestação, é que dos oito resultados de resistência potencial do concreto ($f_{ci,ext,pot}$) dos lotes da “terceira” campanha apresentados na Tabela 2.13, **apenas os Lotes 4 e 8 atenderiam às especificações de projeto**, segundo disposto no subitem III.5.2 do Anexo III.

Dito isso, assim como se demonstrou em relação à “segunda” campanha, esta “terceira” campanha também está permeada de inconsistências que merecem ser trazidas à tona.

Primeiramente, informa-se que não foram encontrados os critérios técnicos adotados pela supervisora para escolha dos locais de extração indicados em verde na Figura 2.66.

Para se ter ideia, alguns dos elementos escolhidos apresentaram percentuais de variação de resistência do concreto (Δ) não significativos, segundo disposto na Tabela 2.2, como é o caso das Vigas Longarinas VL1, VL12 e VL14, bem como das Vigas Transversinas T2 e T4, todas da OAE 9.

Tomando-se como exemplo as Vigas Transversinas T2 e T4, ambas da OAE 9 (Figuras 2.66 *k*, *m* e *n*), notou-se que foram extraídos dois testemunhos da primeira e quatro da segunda, formando ao todo três lotes (Tabela 2.13), cuja variação de resistência do concreto Δ apontada pela equipe de auditoria havia sido de apenas -4,00% (Tabela 2.2). Possivelmente, a

escolha desses elementos estruturais deve ter sido motivada pelo fato de a média da resistência aproximada $f_{ck,aprox}$, de 32,2 MPa, obtida por meio da esclerometria na “segunda” campanha para a Viga Transversina T4, ter sido inferior à resistência de projeto f_{ck} de 35,0 MPa (Tabela 2.12).

De sua vez, a Viga de Coroamento do Eixo 1 da OAE 9 (Figuras 2.66 *h* e *i*), na qual foram extraídos dois testemunhos (Tabela 2.13), sequer foi mencionada na Tabela 2.2, quer dizer, não se trata de um caso de não conformidade segundo a NBR 12655 da ABNT, razão pela qual não requereria a extração de testemunhos por insuficiência de resistência do concreto. A mais disso, o ensaio esclerométrico realizado na “segunda” campanha sequer foi negativo, isto é, a média da resistência aproximada $f_{ck,aprox}$, de 26,8 MPa, foi superior à resistência de projeto f_{ck} de 25,0 MPa (Tabela 2.12).

Em segundo lugar, para os Testemunhos T14 e T15 constava a expressão “VL 1-2”, mas que foi alterada para Viga Longarina VL1 ou VL12, ambas da OAE 9, como esclarecido na nota nº 5 da Tabela 2.13. Acerca disso, verifica-se que houve a extração de um testemunho da Viga Longarina VL1 (Figura 2.67 *e*) e outro da Viga Longarina VL12 (Figura 2.67 *d*), que juntos formaram apenas um lote (Lote 7 da Tabela 2.13).

Acontece que, ao verificar as datas de moldagem dos Exemplares nºs 185 e 227, respectivamente, das Vigas Longarinas VL1 e VL12, ambas da OAE 9, verifica-se que tais elementos não foram concretados no mesmo dia, havendo um hiato temporal de cerca de um mês entre as concretagens.

A esse respeito, vale mencionar que, de acordo com a NBR 7680-1 da ABNT (ver Tabela III.4 do Anexo III), para situações em que o tipo de controle é de amostragem total (como é o caso da obra em moldura) e com rastreabilidade no lançamento (o qual se supõe ter sido também o caso do empreendimento em questão, haja vista os croquis da Figura 2.66, em especial o das Lajes dos Tabuleiros – Figuras 2.66 *o* e *p*), cada lote deve corresponder ao volume de uma betonada ou de um caminhão-betoneira. Logo, como tais vigas longarinas foram concretadas em dias distintos, elas não poderiam, juntas, formar um único lote, denotando um flagrante caso de desconformidade com a norma.

Em terceiro lugar, não foram procedidas extrações de testemunhos em todos os elementos sugeridos pela supervisora – indicados em verde na Figura 2.66 –, como é o caso dos Pilares P2 e P4 da OAE 8 (Figuras 2.66 *c* e *d*) e da Viga Longarina VL14 da OAE 9.

Por fim, questiona-se como que a escolha de locais **diversos** daqueles em que foram procedidas extrações pelo executante na “segunda” campanha – indicados em vermelho na Figura 2.66 – configurariam propriamente ensaios de “contraprova”, como almejava a SODF.



Somente caberia denominar de “contraprova” se o resultado da “segunda” campanha pudesse ser confrontado com um novo resultado obtido da “terceira” campanha. Conclui-se, portanto, que a “terceira” campanha foi, na realidade, uma campanha “complementar” e não de “contraprova”.

Acontece, porém, que não foram essas as razões para a SODF não ter aceitado os resultados apresentados pela CCL. Segundo a fiscalização, “*após a verificação dos resultados obtidos no laudo da CCL*”, “*foram observadas diversas inconsistências em relação ao especificado na Norma ABNT 7680-1*” (SEI nº 119541803).

Em sua primeira argumentação de desqualificação, a fiscalização informou que “*a CCL não seguiu o especificado em norma quanto às condições de umidade*” (SEI nº 119541803). Segundo os fiscais, os testemunhos “*chegaram ao laboratório da CCL*” no dia 17/7/2023 e foram rompidos no dia seguinte 18/7/2023, isto é, cerca de vinte e quatro horas depois. Esta data de ruptura pode ser confirmada por meio das fotos georreferenciadas às páginas 9 a 11 do relatório da CCL (SEI nº 120460778, p. 11/13).

Por outro lado, consta expressamente do texto do relatório final de análise da CCL que “*A extração ocorreu nos dias 14 e 17/07/2023*” (SEI nº 120460778, p. 6), ou seja, a empresa consignou textualmente que a extração dos testemunhos pelo executante foi realizada em dois dias distintos. Ademais, enquanto a tabela final de resultados na página 7 (SEI nº 120460778, p. 9) indica apenas a data de 14/7/2023, as fotos georreferenciadas nas páginas 5 e 6 (SEI nº 120460778, p. 7/8) contêm somente a data de 17/7/2023.

Entretanto, como estas fotos (Figura 2.67) ilustram apenas a extração de testemunhos da Viga Longarina VL12 da OAE 8 e das Vigas Longarinas VL1 e VL12, bem como da Laje do Tabuleiro, todas da OAE 9, no dia 17/7/2023, é possível que as outras peças tenham sido extraídas no dia 14/7/2023, algo que precisaria ser certificado com outras evidências para além das constantes dos autos analisados.

A esse respeito, a NBR 7680-1:2015 da ABNT preconiza que deverão ser adotados procedimentos de acondicionamento dos testemunhos distintos para estruturas que estejam em contato ou não com água, isto é, em contato com a atmosfera ou em contato direto com água, a exemplo de fundações de pontes, que ficam submersas em ambiente marinho ou fluvial. De acordo com referida norma:

4.5.4 Condições de umidade

Quando o concreto da **região da estrutura** que está sendo examinada **não estiver em contato com água**, os testemunhos devem ser mantidos expostos ao ar, em ambiente de laboratório, **por no mínimo 72 h**, obedecendo aos critérios de temperatura da ABNT NBR 5738, e ensaiados no estado de equilíbrio que se encontrem.

Quando o concreto da **região da estrutura** que está sendo examinada **estiver em contato com água**, os testemunhos devem ser acondicionados em tanque de cura ou



câmara úmida (ABNT NBR 9479), **por no mínimo 72 h, sendo rompidos saturados**, obedecendo aos critérios de temperatura da ABNT NBR 5738.

Caso essas condições **não sejam cumpridas**, o fato deve ser **informado no relatório do ensaio**. (grifo nosso)

Ou seja, a ruptura deve ser realizada nas condições de obra. Se a estrutura estiver submersa em água, os testemunhos deverão manter essa condição mediante acondicionamento em tanque de cura ou câmara úmida. Por outra via, se a estrutura estiver em contato com a atmosfera, então os testemunhos deverão ser mantidos expostos ao ar. Não obstante, **em todo caso**, deve-se respeitar um **período mínimo de três dias (“72 h”)** para proceder ao rompimento das amostras.

Logo, em relação ao acondicionamento das amostras, repara-se da última foto da Figura 2.67 que a CCL procedeu corretamente ao deixar os testemunhos extraídos expostos ao ar, haja vista que a estrutura dos viadutos está exposta à atmosfera.

Todavia, no tocante ao período de espera para o rompimento das peças extraídas, a equipe de auditoria notou que, no dia 1/9/2023, a Comissão de Acompanhamento de Obras do Contrato nº 008/2023 – SODF, instituída pela Portaria nº 67, de 5/7/2023 (SEI nº 116844163), encaminhou a Notificação nº 1/2023 – SODF/GAB/CAOC008-2023 (SEI nº 120462132) à CCL questionando o seguinte:

Considerando que as **extrações** ocorreram na data de **17/07/2023** e o **rompimentos** dos testemunhos aconteceram em **18/07/2023**, constata-se que **não houve obediência quanto ao item 4.5.4**, que trata do acondicionamento dos testemunhos antes de seu rompimento.

Há justificativa para o não atendimento ao item supracitado? (grifo nosso)

Em resposta, no dia 5/9/2023, por meio do Ofício nº 22-2023 (SEI nº 122076094), a CCL informou que “*Não foi considerado o tempo de armazenamento devido à **urgência pelos resultados***” (grifo nosso). Em acréscimo, a empresa argumentou que, uma vez que “*o testemunho foi coletado de peça executada há alguns meses*”, “*mesmo [ele] não tendo sido exposto ao ar por 72h, não estava saturado*”.

Adentrando-se mais nesse assunto em torno da umidade das amostras, é produtora recorrer aos ensinamentos de Neville (2016), uma das grandes autoridades mundiais no tocante às propriedades do concreto.

Para se ter ideia, segundo o renomado autor, no caso dos corpos de prova padronizados moldados com concretos oriundos de betonadas (em estado fresco), as normas



usualmente estabelecem que eles “*devem ser ensaiados em condição ‘molhada’ ou ‘úmida’*”, justamente porque “*Essa condição apresenta a vantagem de ser mais facilmente reproduzida do que a condição ‘seca’, que inclui vários graus de secagem.*” (p. 626)

É por isso que, como salientado no subitem III.4.1 do Anexo III, “*os corpos de prova devem ser fabricados, curados e ensaiados em condições ótimas e padronizadas*”, de maneira que “*somente deverão ser considerados corpos de prova curados em câmara úmida ou curados debaixo da água*” (cura úmida ou saturada), pois “*o emprego de corpos de prova curados ao ar livre, em condições parecidas com as da estrutura, são apenas elemento de perturbação para a tomada de decisões.*” Até porque, “*como as dimensões dos corpos de prova são apreciavelmente diferentes das dimensões das peças estruturais, as condições de evaporação da água são diferentes num e noutro caso, obtendo-se resultados que não podem ser comparados.*” (FUSCO, 1976b, p. 246)

Desse modo, quando ocasionalmente um corpo de prova não estiver em condição úmida (que é a normalizada), tal fato deve ser levado em conta, pois “*o ensaio na **condição seca** resulta em **maior resistência***” (NEVILLE, 2016, p. 626, grifo nosso).

Isso porque, ao referir-se às conclusões de Sandor Popovics[2.82], Neville (2016, p. 626) ensina que “*a retração por secagem na superfície*” induz “*a ocorrência de compressão biaxial no interior do corpo de prova, aumentado, assim, a resistência na terceira direção, ou seja, na direção de aplicação da carga*”. Nesse sentido, ao mencionar os resultados dos ensaios realizados por F. Michael Bartlett e James G. MacGregor[2.83], Neville (2016, p. 626) também afirma que os “*testemunhos de concreto, quando completamente secos*”, apresentam “*maior resistência à compressão do que quando ensaiados úmidos*”.

Em termos quantitativos, a influência do grau de secagem varia. A título de exemplificação, W. S. Butcher[2.84] observou “*um aumento da resistência à compressão de até 10% em um concreto de 34 MPa com secagem plena*”. Por outro lado, “*caso o período de secagem seja menor do que seis horas, o aumento é, em geral, inferior a 5%*”. (NEVILLE, 2016, p. 627)

Pois bem, diante dessa breve explanação acerca da influência da condição de umidade durante o ensaio sobre a resistência do concreto e voltando ao caso concreto da “terceira” campanha, poder-se-ia questionar se não haveria prazo tolerável inferior a 72 h, como exige a NBR 7680-1 da ABNT, para proceder ao rompimento dos testemunhos. E a resposta é sim. Apenas para fins comparativos, recorreu-se aos ensinamentos de Helene (2020, p. 9),

segundo o qual poderiam ser adotados os prazos mínimos de 48 h e 24 h para romper testemunhos extraídos de estruturas que não estivessem em contato com água, e de estruturas que estivessem em contato com água, respectivamente.

Todavia, mesmo com tais considerações de Helene (2020), se a totalidade dos testemunhos tiver, de fato, sido extraída no dia 17/7/2023, ao contrário do informado textualmente e na tabela final de resultados do relatório da CCL, o prazo mínimo necessário para aguardar antes do rompimento das amostras não teria sido obedecido. Conseqüentemente, as resistências obtidas da “terceira” campanha **podem ter ficado** abaixo das que seriam capazes de ser alcançadas, se o grau de secagem tivesse sido aquele exigido pela NBR 7680-1 da ABNT (após as 72 h).

Em seu segundo argumento de reprovação, a fiscalização aduz que “*No relatório fotográfico*” da Figura 2.68 “*não fica visível se o capeamento dos corpos de prova foi executado de maneira adequada*”. Inclusive, que “*O relatório da CCL não informa a metodologia de preparo das bases dos corpos de prova, como também de que forma foi feito seu capeamento*” (SEI nº 119541803).

Quanto ao corte e preparo dos topos e das bases dos testemunhos, está disposto na NBR 7680-1:2015 da ABNT o seguinte:

4.5.2 Corte dos testemunhos

Antes de caracterizar os testemunhos a serem ensaiados, estes devem ser cortados, utilizando serra diamantada dotada de refrigeração à água, ou equipamento equivalente, para:

[...]

c) **obtenção de paralelismo entre os topos** e sua ortogonalidade com as geratrizes, conforme 4.5.3.

4.5.3 Caracterização dos testemunhos e preparação dos topos

Os testemunhos devem ter sua massa determinada e os topos preparados como previsto a seguir:

a) quando os **topos dos testemunhos** forem **regularizados por retífica** (conforme ABNT NBR 5738), a determinação de sua massa deve ser feita após o corte do testemunho e a retífica dos topos;

b) quando os **topos dos testemunhos** forem **regularizados por capeamento** (conforme ABNT NBR 5739), a determinação da massa deve ser feita após o corte dos testemunhos e antes do capeamento. (grifo nosso)

Ou seja, antes de os testemunhos serem ensaiados, eles devem ser cortados para obtenção de paralelismo entre o topo e a base, os quais podem ser regularizados por dois procedimentos distintos: por retificação (ou retífica) e por capeamento.



Segundo a NBR 5738 da ABNT[2.85], a retificação consiste na remoção de uma fina camada de material das bases a serem preparadas por meios mecânicos abrasivos – “*lixamento ou polimento*”, de acordo com Helene (2020, p. 9). Tal operação deve ser feita de tal forma que se garanta a integridade estrutural das camadas adjacentes à camada removida e proporcione uma superfície lisa e livre de ondulações e abaulamentos. Isso porque não pode haver falha de planicidade em qualquer ponto da superfície tratada que possa interferir na aferição da resistência do concreto do testemunho.

Consoante Neville (2016, p. 611), apesar de dispendioso, trata-se de um método que produz resultados bastante satisfatórios. Inclusive, prossegue o autor ao referir-se a Jan Gerko Wiebenga[2.86], que “*a retificação resulta em maior resistência do que o capeamento*” (visto a seguir), uma vez que “*não ocorre nenhuma redução de resistência associada ao capeamento*”.

A seu turno, ainda de acordo com a NBR 5738 da ABNT[2.87], o capeamento consiste no revestimento dos topos dos testemunhos com uma fina camada (não maior que 3 mm) de material apropriado, com as seguintes características: a) aderência ao corpo de prova; b) compatibilidade química com o concreto; c) fluidez, no momento de sua aplicação; d) acabamento liso e plano após endurecimento; e e) resistência à compressão compatível com os valores normalmente obtidos em concreto.

Consoante Neville (2016, p. 611), “*Os materiais adequados para o capeamento são o gesso de alta resistência e a argamassa de enxofre fundido, mas o cimento de pega regulada também tem sido utilizado*”.

Pois bem, ocorre que, ao contrário do afirmado pela fiscalização, o relatório final de análise da CCL consignou que a metodologia empregada foi a de “*reperfilagem*”, nestes termos:

Antes dos rompimentos os testemunhos passaram por um processo de reperfilagem das bordas para nivelamento da superfície em contato com a máquina de ensaio e avaliação visual da peça para garantir que a amostra estivesse livre de defeitos ou danos que pudessem comprometer os resultados. (grifo nosso)

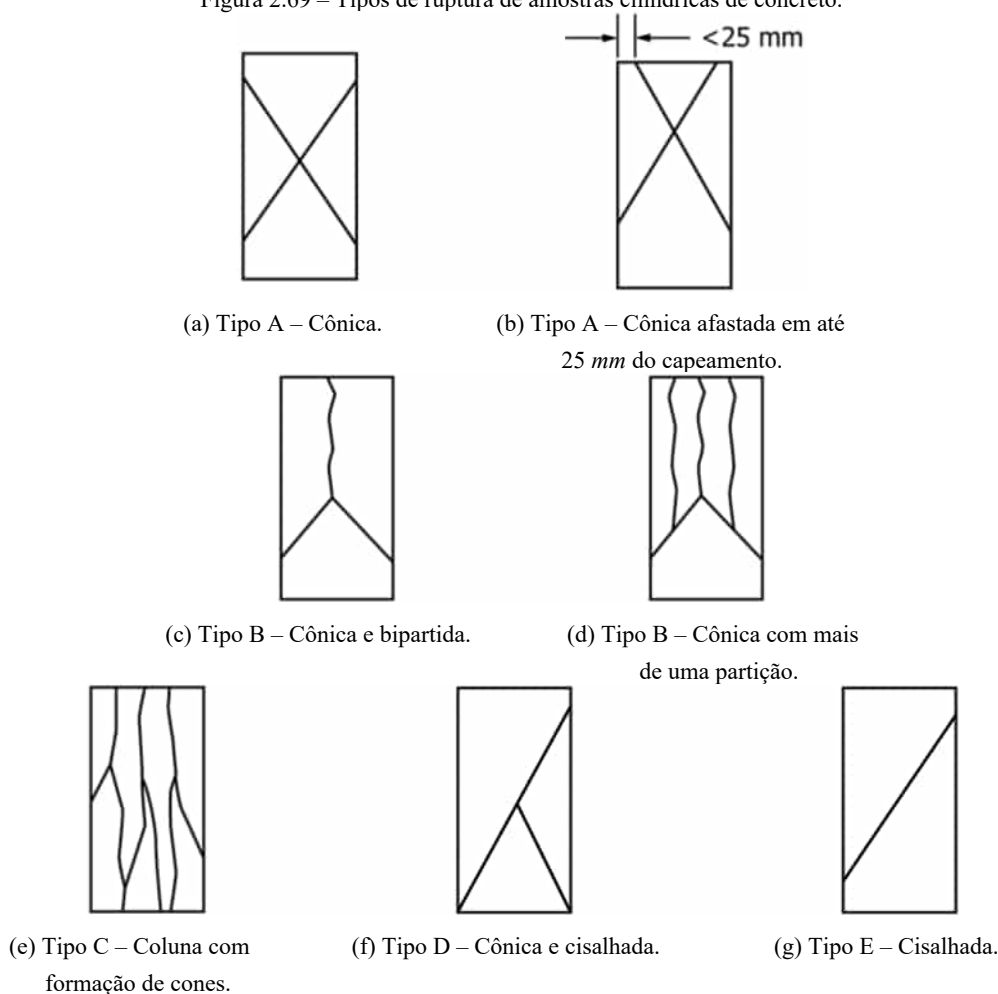
A equipe de auditoria não soube precisar se a “*reperfilagem*” seria um sinônimo de retificação ou de capeamento, ou ainda se seria outra metodologia distinta destas. Não obstante, reparou-se que apenas os Testemunhos T15 e T16 (Figuras 2.68 *o* e *p*) parecem ter sido capeados somente em seus topos com algum tipo de material que não fica evidente nas fotos, enquanto que todos os demais testemunhos denotam ter sido retificados.

Logo, com as devidas vênias, mas não haveria razão para haver o capeamento suscitado pelos agentes públicos da SODF, vez que a mera retificação já seria permitida por norma.

Indo um pouco mais além, tendo em vista os tipos de rupturas típicas de amostras cilíndricas de concreto expostas na Figura 2.69, é válido mencionar que, de acordo com a NBR 5739:2018 da ABNT[2.88], quando a dispersão entre resultados de um mesmo exemplar de corpos de prova moldados (ou de um mesmo lote de testemunhos extraídos) for significativa, convém investigar o tipo de ruptura, pois defeitos na moldagem ou no arremate dos topos e bases das amostras podem ser identificados e sanados.

Nesse sentido, quando ocorre uma dispersão significativa, geralmente a ruptura enquadrar-se-á nos Tipos F e G das Figuras 2.69 *h a j*, isto é, com fraturas nos topos ou nas bases dos elementos.

Figura 2.69 – Tipos de ruptura de amostras cilíndricas de concreto.





(h) Tipo F – Fraturas no topo
abaixo do capeamento.



(i) Tipo F – Fratura na base
abaixo do capeamento.



(j) Tipo G – Fraturas próximas
ao topo.

Fonte: adaptado da NBR 5339 da ABNT e da ASTM C 39 – 20.

Também nessa esteira, a NBR 7680-1 da ABNT[2.89] preceitua que, para verificar a uniformidade dos resultados das compressões de testemunhos de concreto, deve-se calcular, para cada lote, a média aritmética das resistências corrigidas $f_{ci,ext}$, para então averiguar se haverá algum resultado que individualmente divergirá em relação à resistência média em mais do que $\pm 15\%$.

Caso haja, o resultado do referido testemunho deverá ser analisado com mais rigor, pois pode ser um indicativo de que a referida amostra não faz parte do lote examinado. Nesse caso, pode ser recomendável repetir a extração ou estudar uma nova subdivisão de lotes, segundo a Tabela III.4 do Anexo III. Além disso, a norma dispõe que esse critério também pode ser utilizado para descartar resultados espúrios.

Tabela 2.14 – Verificação da uniformidade dos resultados das compressões dos testemunhos da “terceira” campanha.

Lote	Testemunho	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}$)	Resistência Média	Divergência em Relação à Média
1	T1	29,8 MPa	25,1 MPa	18,96%
	T2	20,3 MPa		18,96%
2	T3	26,5 MPa	25,2 MPa	5,16%
	T4	25,0 MPa		0,79%
	T5	24,1 MPa		4,37%
3	T6	30,1 MPa	25,3 MPa	19,21%
	T7	20,4 MPa		19,21%
4	T8	26,3 MPa	22,8 MPa	15,35%
	T9	19,3 MPa		15,35%
5	T10	27,5 MPa	25,9 MPa	6,18%
	T11	24,3 MPa		6,18%

Lote	Testemunho	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}$)	Resistência Média	Divergência em Relação à Média
6	T12	28,2 MPa	29,0 MPa	2,59%
	T13	29,7 MPa		2,59%
7	T14	23,1 MPa	24,5 MPa	5,71%
	T15	25,9 MPa		5,71%
8	T16	38,2 MPa	38,4 MPa	0,52%
	T17	38,6 MPa		0,52%

Perceba-se que os Lotes 1, 3 e 4, formados pelos Testemunhos T1 e T2, T6 e T7, e T8 e T9, destacados em vermelho na Tabela 2.14, denotam resistências corrigidas $f_{ci,ext}$ que individualmente apresentaram divergência acima de 15% em relação à resistência média, fazendo com que os seus resultados carecessem de maiores investigações segundo a NBR 7680-1 da ABNT.

A seu turno, Helene (2020, p. 10) enfatiza que os testemunhos devem ser detalhadamente observados antes e após a ruptura, sendo carregados na prensa até sua total desagregação, de maneira que, se as configurações de ruptura forem com fraturas nos topos ou nas bases dos elementos (Tipos F e G – Figuras 2.69 *h* a *j*), elas deverão “*ser anotadas e documentadas com fotos e descartadas para fins de medida da resistência à compressão do concreto*” (grifo nosso). Ou seja, para o renomado autor, os resultados de resistências de testemunhos que apresentem defeitos, falhas e evidências de erros nos arremates de seus topos e bases, a exemplo das amostras da Figura 2.70, deverão ser descartados.

Figura 2.70 – Fraturas nos cantos do topo ou da base por erro de ensaio.



Fonte: Figuras 4 e 5 de Helene (2020).



Para compreender melhor o processo do ensaio de compressão de amostras cilíndricas de concreto, a NBR 5739:2018 da ABNT[2.90] simplificadamente dispõe que o carregamento de ensaio (força de compressão exercida pela prensa) na amostra cilíndrica deve ser aplicado sem choques a uma velocidade constante, devendo cessar apenas quando houver queda de força que indique a ruptura.

De sua vez, a norma norte-americana ASTM C 39 – 20[2.91] (*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*) salienta, de modo mais detido, que a carga de compressão deve ser aplicada até que o indicador da prensa mostre que a carga está diminuindo de forma constante e a amostra apresente um padrão de fratura bem definido, entre os Tipos A a E (Figuras 2.69 a a g).

Além disso, se a amostra for ensaiada sem capeamento, isto é, apenas submetida à retificação, pode ser que ocorra uma fratura de canto semelhante aos Tipos F ou G (Figuras 2.69 h a j e 2.70) antes que a resistência máxima da amostra seja atingida. Nesse caso, deve-se continuar comprimindo o elemento até que se tenha certeza de que a resistência máxima foi atingida.

Como forma de elucidar isso, Silva (2017, p. 27) elencou um caso real em que o concreto da obra não atendia ao f_{ck} , tal qual os casos de não conformidade segundo a NBR 12655 da ABNT suscitados na Tabela 2.2. E, diante desse cenário, a construtora decidiu aumentar o consumo de cimento, porém, nem sempre a resistência de projeto era atendida.

Após a realização de ensaios, observou-se que uma das causas para o não atingimento da resistência de projeto consistia no fato de que o preparo das superfícies das amostras cilíndricas de concreto não permitia o perfeito paralelismo entre o topo e a base, ou seja, as superfícies não se tornavam planas e perpendiculares ao eixo longitudinal da peça.

Consequentemente, após a ruptura das amostras, reparou-se que havia concentração de carga em determinada área da seção transversal das peças (Figura 2.71 a), o que, além de reduzir o valor da resistência do elemento à compressão, fazia com que houvesse uma fratura localizada no canto da amostra (Figura 2.71 b), similar ao Tipo F (Figuras 2.69 h e i).

Figura 2.71 – Fraturas nos cantos do topo ou da base por erro de ensaio.



(a) Concentração de carga em determinada área. (b) Fratura localizada no canto.

Fonte: Silva (2017, p. 25/26).

Pois bem, diante dessas informações, ao recorrer novamente ao relatório final de análise da CCL (SEI nº 120460778), reparou-se que a empresa consignou os respectivos tipos de ruptura (Figura 2.69) a cada um dos testemunhos ensaiados (Figura 2.68).

Segundo a empresa, todos os onze testemunhos variaram suas rupturas apenas entre os Tipos B e C (Figuras 2.69 *c* a *e*), porém, na opinião da equipe de auditoria, os Testemunhos T5, T10, T15 e T16 (Figuras 2.68 *e*, *j*, *o* e *p*, respectivamente) apresentaram os Tipos F e G. Significa dizer que os resultados dos Testemunhos T5, T10, T15 e T16, de acordo com Helene (2020), deveriam ser **descartados**, pois não se sabe se as referidas amostras foram comprimidas na prensa até o atingimento de suas máximas resistências, conforme preconiza a ASTM C 39 – 20.

Em acréscimo, ao cotejar os resultados divergentes em mais de 15% da Tabela 2.14 com as respectivas imagens dos testemunhos rompidos da Figura 2.68, percebe-se que nenhum dos referidos elementos apresentou fraturas nos topos ou nas bases (Tipos F ou G – Figuras 2.69 *h* a *j*), de encontro à hipótese geral prevista na NBR 5739 da ABNT, segundo a qual a dispersão significativa entre resultados de um mesmo lote de testemunhos apresentaria rupturas dos Tipos F e G.

Em terceiro e último lugar, a fiscalização rejeitou os resultados da CCL pelo fato de “*A razão de esbeltez (h/d)*” não ter sido “*atendida em sua totalidade, para os corpos de prova rompidos*” (SEI nº 119541803).

A saber, as dimensões dos testemunhos cilíndricos extraídos pelo executante na “terceira” campanha, quais sejam, suas alturas (*h*), diâmetros (*d*), bem como a relação entre estas (*h/d*), estão fornecidas na Tabela 2.15.

Tabela 2.15 – Dimensões dos testemunhos extraídos na “terceira” campanha.

Testemunho	Altura – <i>h</i> (mm)	Diâmetro – <i>d</i> (mm)	Relação <i>h/d</i>
T1	151,4	75,1	2,016
T2	150,8	74,8	2,016
T3	150,7	74,3	2,028
T4	151,1	74,4	2,031
T5	150,4	74,5	2,019
T6	150,2	74,6	2,013
T7	150,3	74,9	2,007
T8	150,5	74,9	2,009
T9	150,8	74,8	2,016
T10	151,2	74,3	2,035
T11	151,0	74,6	2,024
T12	150,7	74,9	2,012
T13	150,6	74,7	2,016
T14	150,2	74,5	2,016
T15	150,8	74,6	2,021
T16	150,5	74,7	2,015
T17	150,4	74,8	2,011

Fonte: Relatório final de análise da CCL (SEI nº 120460778, p. 9).

Ao recorrer novamente à NBR 7680-1:2015 da ABNT, desta vez em relação às dimensões dos testemunhos a serem extraídos, está disposto:

4.2.3 Escolha das dimensões dos testemunhos a serem extraídos

O **diâmetro** de um **testemunho cilíndrico** utilizado para determinar a resistência à compressão deve ser pelo menos três vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo contido no concreto e **preferencialmente maior ou igual a 100 mm**. No caso de elementos estruturais cuja **concentração de armaduras** torne **inviável a extração** de testemunho de diâmetro igual ou superior a 100 mm, **sem danificar a armadura, permite-se** a extração de testemunho **com diâmetro igual a 75 mm**.

A **relação altura/diâmetro** dos testemunhos cilíndricos **deve ser o mais próxima possível de dois**, após preparo (conforme 4.2.4), obedecendo sempre a seguinte condição:

$$1 \leq h/d \leq 2$$

onde

h é a altura do testemunho;

d é o diâmetro do testemunho.

Em **casos específicos**, podem ser utilizados testemunhos de **diâmetro menor que 75 mm e igual ou maior que 50 mm**, desde que **acordado** entre as **partes envolvidas**. Neste caso, o **número mínimo de testemunhos** deve ser o **dobro** do estabelecido na **Tabela 1**. (grifo nosso)

Portanto, via de regra, a norma exige que os testemunhos sejam cilíndricos e tenham $d \geq 100 \text{ mm}$. Porém, excepcionalmente, se a concentração de armaduras no elemento estrutural tornar inviável a extração de testemunhos com o referido diâmetro, a norma permite que eles tenham $d = 75 \text{ mm}$. E, em último caso, poderão ainda ser utilizados testemunhos com $50 \text{ mm} \leq d < 75 \text{ mm}$, desde que acordado entre as partes e com a condição de que o número mínimo de testemunhos indicados na Tabela III.4 do Anexo III seja duplicado.

Em face dessas regras e dos resultados da Tabela 2.15, a Comissão de Acompanhamento de Obras do Contrato nº 008/2023 – SODF formulou a seguinte questão à CCL:

Verifica-se que, conforme **alturas e diâmetros** fornecidos no **relatório**, a **relação h/d é superior a dois em todos os corpos de prova**.

Há justificativa para o não cumprimento da relação de esbeltez h/d elencada no item 4.5.2? (Notificação nº 1/2023 – SODF/GAB/CAOC008-2023, SEI nº 120462132, grifo nosso)

Pede-se vênia, mas é preciso destacar que a afirmação de que “a relação h/d é superior a dois em todos os corpos de prova” está equivocada, porque, se considerar que as alturas (h) e os diâmetros (d) da Tabela 2.15 têm apenas uma casa decimal, o necessário arredondamento da coluna que apresenta a relação h/d para a mesma casa decimal resultaria que todos os valores são exatamente iguais a 2,0, precisamente o que a norma determina e que está consignado na tabela final de resultados do relatório da CCL (SEI nº 120460778, p. 9).

Além disso, segundo a NBR 7680-1:2015 da ABNT, se a relação $h/d = 2$ não se verificar, a resistência à compressão do testemunho deve ser corrigida, segundo o coeficiente k_1 mencionado no subitem III.5.1 do Anexo III. Em maiores detalhes, a mencionada norma dispõe o seguinte:

5.2.2 Relação h/d (k_1)

Quando a **relação $h/d = 2$ não se verifica**, o resultado de **resistência à compressão** do testemunho deve ser **corrigido**, sendo utilizado o **coeficiente k_1** definido na **Tabela 2**.

Esta correção deve ser informada no relatório do ensaio.

Para valores da relação altura/diâmetro compreendidos entre os constantes na Tabela 2, os coeficientes de correção podem ser obtidos por **interpolação linear**.

Tabela 2 – Valores de k_1

h/d	2,00	1,88	1,75	1,63	1,50	1,42	1,33	1,25	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00
k_1	0,00	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13	-0,14

(grifo nosso)



Tanto é que a CCL adotou $k_f = 0,00$ para os Testemunhos T1 a T17 indicados nas Tabelas 2.12 e 2.13 (SEI nº 120460778, p. 9).

Caso o argumento do arredondamento dos valores de h/d da Tabela 2.15 para 2,0, por si só, não fosse suficiente, haveria ainda outro. Para Neville (2016), relações h/d próximas a 2,00, para mais ou para menos, não demandariam qualquer correção da resistência à compressão do testemunho. Mais precisamente, segundo o renomado autor, “*Nenhuma correção é necessária para valores de h/d entre 1,94 e 2,10*” (NEVILLE, 2016, p. 617, grifo nosso).

Ou seja, ainda que os valores de h/d da Tabela 2.15 não fossem arredondados, isto é, fossem tidos por superiores “*a dois em todos os corpos de prova*”, como suscitado pela Comissão de Acompanhamento de Obras do Contrato nº 008/2023 – SODF (SEI nº 120462132), ainda assim eles estariam abaixo do limite superior de 2,10 tolerado por Neville (2016).

Além disso, importante consignar que, como registrado no relatório da CCL, a extração foi realizada mediante “*sonda rotativa com diâmetro de 3”, determinado pela empresa responsável pela extração*” – que foi o próprio executante –, proporcionando “*a coleta de testemunhos de forma geométrica cilíndrica*” (SEI nº 120460778, p. 7). Portanto, à luz das supracitadas prescrições da NBR 7680-1 da ABNT, presume-se que a razão para o executante ter utilizado uma broca de 3" (cerca de 76,2 mm) é a elevada concentração de armaduras nos elementos estruturais analisados.

Enfim, diante dos três motivos evocados pela fiscalização para desqualificar os resultados obtidos pela CCL, a equipe de auditoria concorda apenas **parcialmente** com os dois primeiros, dado que o último foi completamente rebatido.

O único motivo para não ter havido a plena concordância com o primeiro argumento aduzido pela fiscalização se deve ao fato de não ter sido confirmado, com os elementos constantes dos autos, que a totalidade dos testemunhos rompidos pela CCL foram, em verdade, extraídos no dia 17/7/2023, pois a própria CCL consignou em seu relatório final que as extrações foram realizadas em dois dias distintos: 14 e 17/7/2023, fazendo com que os resultados das supostas extrações do dia 14/7/2023 pudessem ter condições de subsistir, vez que teriam respeitado o prazo mínimo de 72 h preconizado pela NBR 7680-1 da ABNT.

Já quanto ao segundo argumento desqualificativo da fiscalização, a equipe de auditoria não concorda que a totalidade dos resultados deva ser rejeitada por não ter ficado “*visível se o capeamento dos corpos de prova foi executado de maneira adequada*” (SEI nº 119541803). Demonstrou-se que o capeamento não é a única metodologia a ser empregada no tratamento dos topos e das bases dos testemunhos, podendo ser utilizada a retificação, a qual foi,



inclusive, observada em todos os elementos ensaiados, com exceção dos topos dos Testemunhos T15 e T16 (Figuras 2.68 o e p).

Enfim, a equipe de auditoria defende que **apenas** os resultados dos **Testemunhos T3, T4, T11, T12 e T13** teriam condições de serem utilizados para obter informações a respeito das resistências dos respectivos elementos estruturais, pois os demais padecem de algum tipo de inconsistência.

Viu-se que os Testemunhos T1, T2, T6, T7, T8 e T9 não servem de parâmetro, pois, ao terem apresentado divergências acima de 15% em relação à resistência média (Tabela 2.14), careceriam de outras investigações por parte dos responsáveis técnicos. Igualmente, se demonstrou que os Testemunhos T5, T10, T15 e T16 não servem de medida, porque tiveram rupturas dos Tipos F ou G (Figuras 2.68 e, j, o e p, respectivamente). Já os Testemunhos T14 e T17 (juntamente com os já mencionados Testemunhos T6, T7, T15 e T16) não servem de critério, haja vista que, por terem sido extraídos, **com certeza**, no dia 17/7/2023 (Figura 2.67) e rompidos no dia 18/7/2023 (Figura 2.68), não respeitaram o prazo mínimo de 72 h preconizado pela NBR 7680-1 da ABNT.

Em face da rejeição dos ensaios realizados pela CCL, que causaram “*desconforto*” à fiscalização (SEI nº 119541803), foi dado início às tratativas para a realização da “quarta” campanha.

Antes, porém, de adentrar nos pormenores dessa nova campanha investigativa, há que se trazer à baila a análise empreendida pelo projetista representante da supervisora, referente à etapa revisional de verificação das condições analíticas de segurança, conforme elucidado no subitem “*O que deve ser feito*”.

Laudo conclusivo de projetista representante da supervisora

Como fruto da Notificação nº 161/2023 – SODF/SUAF/ASSESP, de 13/6/2023 (SEI nº 114962136), verificou-se que a supervisora disponibilizou à SODF, no dia 14/8/2023, juntamente com o Documento EC202100020876-011-2023 (SEI nº 119958219), o “*LAUDO TÉCNICO DOS FCK’s NÃO CONFORMES*”, **que já havia sido assinado em 20/7/2023** pelo projetista representante da empresa (SEI nº 119961727), o qual expedira a ART nº 0720230058222 (SEI nº 119961727, p. 20). Ou seja, o projetista representante da supervisora expediu o relatório **dois dias depois** de terem sido realizadas as rupturas dos corpos de prova pela CCL (Figura 2.68).

A saber, o referido profissional fora o mesmo que confeccionara o “*LAUDO TÉCNICO DE ESTABILIDADE ESTRUTURAL*”, assinado em 10/6/2022 (SEI nº 88672055),



para atestar a capacidade portante (resistente) da Viga Longarina VL9 da OAE 8, em virtude das intercorrências mencionadas na “primeira” campanha de extrações. Inclusive, para a prestação do referido serviço técnico profissional especializado, o engenheiro civil expedira a ART nº 0720220047069 (SEI nº 88672055, p. 11).

Entretanto, importante dizer que esse não é o mesmo profissional que se pronunciara mediante o “*PARECER TÉCNICO PRÉ-LAJES*” (SEI nº 89865619), tratando da capacidade resistente e da durabilidade das pré-lajes, segundo disposto no subitem “*Durabilidade*” (cuja ART, diga-se de passagem, não foi localizada nos autos). O que denota que a supervisora teria mais de um representante projetista estrutural.

E já que se tocou nesse assunto de projetistas estruturais representantes da supervisora, há também que se destacar que não se sabe se algum dos referidos profissionais foram os responsáveis técnicos pelo “*RELATÓRIO DA ANÁLISE OAE VIADUTO EPIG*”, de 11/2021 (SEI nº 74507599), para tratar da análise e aprovação do projeto executivo readequado em fase de obra, como descrito no subitem I.2.2 do Anexo I. Tal porque, no referido relato não há assinatura, nem menção explícita do título e do número da carteira profissional do autor, em oposição ao que dispõe o art. 14, da Lei Federal nº 5.194/1966.

Pois bem, importante repisar que a consulta de um projetista representante da supervisora, para fins de atendimento da recomendação “*R.4*”, foi de iniciativa exclusiva da SODF, porquanto tal recomendação exigia apenas a comunicação dos projetistas original e revisor.

Não obstante, ao compulsar o “*LAUDO TÉCNICO DOS FCK's NÃO CONFORMES*” (SEI nº 119961727), facilmente se nota que, do ponto de vista da linguagem, ele é bem mais acessível do que o memorial de cálculo do projetista revisor (SEI nº 117133060, p. 2 /129) que antecedeu a “segunda” campanha, pois, enquanto este é estritamente técnico, aquele contém uma contextualização, perpassando pela metodologia adotada, além de apresentar sumariamente os cálculos realizados.

Recorde-se que, segundo a fiscalização, a metodologia adotada “*Para comprovação da segurança e durabilidade das estruturas das OAE's 08 e 09*” consistiu basicamente em considerar a “*resistência de concreto [aos 28 dias] encontrada nos laudos do SENAP*” diretamente obtidos do “*site do SENAP*” e a “*taxa de aço, em conformidade com os projetos revisados*” (SEI nº 119541803). Isso está dito no referido laudo, *in verbis*:

5. METODOLOGIA

Para a verificação dos elementos com fck menor que o especificado em projeto utilizou-se os esforços já calculados e apresentados na memória de cálculo do projeto. **Os elementos não conformes** referem-se àqueles **indicados no relatório da CGDF**



tais como estacas, blocos, pilares centrais, travessa de apoio das vigas no encontro, transversinas no encontro e no apoio central, vigas longarinas e lajes. O dimensionamento dos elementos indicados será feito conforme as prescrições da norma de concreto NBR 6118:2014 no que diz respeito à segurança, durabilidade, vida útil, desempenho e integridade estrutural, utilizando os f_{ck} 's inferiores aos especificados em projeto. (“*LAUDO TÉCNICO DOS FCK'S NÃO CONFORMES*”, assinado em 20/7/2023, SEI nº 119961727, p. 5, grifo nosso)

Ou seja, basicamente o projetista da supervisora procedeu aos cálculos revisionais a partir das menores resistências de ensaios ($f_{ck,est}$) dos elementos estruturais indicados na Tabela 2.2 – inclusive de outras peças que não atenderam a NBR 12655 da ABNT para além da referida tabela –, como também dos respectivos esforços solicitantes anteriormente calculados na fase de readequação do projeto em fase de obra pelo projetista revisor (SEI nº 94287093).

Ainda do ponto de vista comparativo, desta vez em relação aos cálculos efetuados, pode-se afirmar que o memorial de cálculo revisional do projetista revisor (SEI nº 117133060, p. 2/129) é mais detalhado, vez que demonstra inúmeras etapas de cálculos, enquanto que o laudo do projetista representante da supervisora é mais sucinto e direto.

A título de exemplificação, verificou-se que, para proceder aos cálculos de flexão composta, o projetista da supervisora recorreu ao *Software SECC*, Versão 1.01, disponibilizado no sítio institucional da TQS – empresa brasileira que cria, desenvolve e comercializa *softwares* para a elaboração de projetos de estruturas e fundações de edificações.

E, pelos mesmos motivos descritos anteriormente em relação à análise do projetista revisor que antecedeu a “segunda” campanha, a equipe de auditoria absteve-se de verificar a pertinência dos cálculos procedidos.

Sem embargo, ao contrário da memória de cálculo revisional do projetista revisor (SEI nº 117133060, p. 2/129), o laudo do projetista da supervisora foi **expressamente conclusivo**, *in verbis*:

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a verificação dos elementos estruturais com f_{ck} não conforme, indicados no relatório da CGDF, todos esses elementos foram verificados com o f_{ck} menor e os cálculos mostram que eles atendem à norma NBR 6118 no que diz respeito à segurança (ELU), durabilidade, vida útil, desempenho e integridade estrutural.

Desta forma, apesar de terem sido encontradas não conformidades em relação ao f_{ck} , os elementos estruturais ainda atendem aos requisitos da norma. (“*LAUDO TÉCNICO DOS FCK'S NÃO CONFORMES*”, assinado em 20/7/2023, SEI nº 119961727, p. 5, grifo nosso)

Portanto, à semelhança da memória de cálculo revisional do projetista revisor, que havia aprovado a “*Armadura utilizada no detalhamento*” dos elementos estruturais analisados

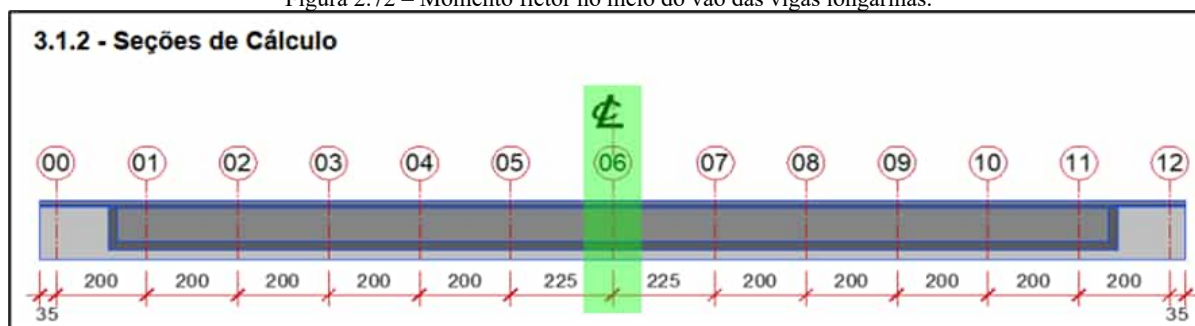
(SEI nº 117133060, p. 2/129) com base nos resultados dos corpos de prova moldados pelo IST /DF, o projetista representante da supervisora também concluiu que os elementos estruturais em exame atendem “*ao que se refere à capacidade resistente*”, isto é, “*atendem à norma NBR 6118 no que diz respeito à segurança (ELU)*”. Mas não apenas, atendem inclusive os requisitos de “*durabilidade, vida útil, desempenho e integridade estrutural*”.

Quanto a este último aspecto, *data venia*, mas a equipe de auditoria **discorda** do projetista representante da supervisora, pois não se pode afirmar que a totalidade dos elementos estruturais analisados pelo profissional atende aos requisitos de “*durabilidade*” (“*vida útil*”). Explica-se na sequência.

De modo exemplificativo, recorde-se da Tabela 2.2 que as Vigas Longarinas VL3, VL4, VL5, VL8 e VL12, todas da OAE 8, bem como as Vigas Longarinas VL1, VL8, VL12 e VL14, todas da OAE 9, foram casos de não conformidade segundo a NBR 12655 da ABNT pelo fato de as resistências de ensaio ($f_{ck,est}$) não terem atingido a resistência de projeto (f_{ck}) de 35,0 MPa.

Pois bem, ao recorrer à memória de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 94287093), verifica-se que todas as vigas longarinas das OAE 8 e 9 foram calculadas em conjunto. E, como elas são biapoiadas, da Teoria das Estruturas se sabe que o esforço solicitante preponderante nesse tipo de elemento estrutural é o momento fletor, cujo valor máximo ocorrerá no meio do vão, isto é, no centro longitudinal da peça, para a hipótese de carregamento uniformemente distribuído ao longo da viga. Logo, para a Seção de Cálculo nº 06 (Figura 2.72 a), o momento fletor de cálculo $M_{d,s}$ encontrado pelo projetista revisor foi de 953,64 tf.m (Figura 2.72 b).

Figura 2.72 – Momento fletor no meio do vão das vigas longarinas.



(a) Seções de cálculo.

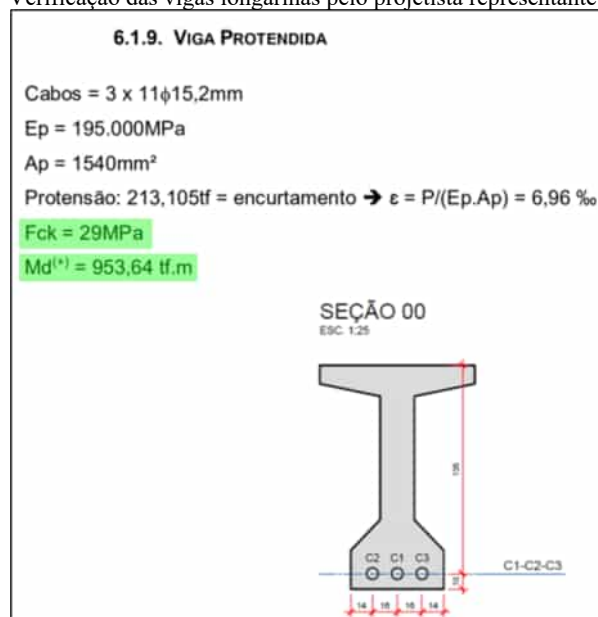
Seção de Cálculo		6				
Posição da Linha Neutra - X =		Dom. 2	15,55 cm	Relação x/d =	0,097	
			$\varepsilon_s = 1,00\%$	$\varepsilon_c = 0,11\%$		
Concreto:						
Área de Concreto	3607 cm ²	dc =	6,22 cm			
Armadura passiva - As =		18,85 cm ²		6 Ø	20,0 mm	
ds' =	5 cm		ds =	160,0 cm ²		
Armadura Ativa:						
Cabo	dPi	ε_p	$\Delta\varepsilon_p$	σ_{Pi}	F _{Pi}	M _i
	ci	(%)	(%)	(kgf/cm ²)	(tf)	(tf x m)
C1	155,0	0,492%	0,965%	14.810	228,071	339,326
C2	155,0	0,510%	0,965%	14.817	228,181	339,49
C3	155,0	0,532%	0,965%	14.826	228,323	339,7
Força de Comp. - F _c =		766,526 tf	Força de Tração - F _t =		766,530 tf	
Momento Fletor Resistente de Cálculo - M _{d,res} =		1030,09 tf x m				
Momento Fletor solicitante de Cálculo - M _{d,s} =		953,64 tf x m				

(b) Momento fletor de cálculo.

Fonte: memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 94287093, p. 24).

Com isso, o projetista representante da supervisora, a fim de investigar conjuntamente todas as supracitadas vigas longarinas – que são pré-moldadas e protendidas –, elegeu a Viga Longarina VL12 da OAE 8, a qual apresentou a menor resistência de ensaio, com $f_{ck,est} = 29,0 \text{ MPa}$ (Exemplar 140 do IST/DF), e a verificou com o momento fletor de projeto $M_{d,s} = 953,64 \text{ tf.m}$ consoante evidenciado na Figura 2.73.

Figura 2.73 – Verificação das vigas longarinas pelo projetista representante da supervisora.



Fonte: “LAUDO TÉCNICO DOS FCK’s NÃO CONFORMES” (SEI nº 119961727, p. 17).

Ao final dessa seção de cálculos, o projetista representante da supervisora concluiu que “**A capacidade resistente das vigas protendidas, com o concreto não conforme, encontra-se atendida**” (SEI nº 119961727, p. 18, grifo nosso). Ou seja, o profissional demonstrou que as vigas longarinas ainda resistiriam ao máximo momento fletor de projeto ($M_{d,s}$) mesmo com $f_{ck,est} = 29,0 \text{ MPa}$, denotando a obediência ao requisito da **segurança**.

Ocorre que, segundo a NBR 6118 da ABNT, a menor resistência f_{ck} que atenderia ao requisito da **durabilidade** para esses mesmos elementos estruturais seria de **30 MPa**, como se repara da “Classe de resistência” para elementos estruturais do “Tipo Concreto Protendido” com “Classe de agressividade ambiental IP” na Tabela 2.9.

Significa dizer que a conclusão contida nas “**CONSIDERAÇÕES FINAIS**” do “**LAUDO TÉCNICO DOS FCK’s NÃO CONFORMES**”, segundo a qual todos os elementos estruturais analisados atenderiam “à norma NBR 6118 no que diz respeito à [...] durabilidade, vida útil” é **falsa**.

Sendo assim, e reafirmando que a equipe de auditoria não teve condições de adentrar nos pormenores de todos os cálculos do “**LAUDO TÉCNICO DOS FCK’s NÃO CONFORMES**” (SEI nº 119961727) de modo a concordar com a sua pertinência, é razoável supor que apenas a análise no tocante ao requisito da segurança (capacidade resistente) teria condições de prosperar. Dito de outra forma, estar-se-ia diante de um resultado **positivo** da etapa de análise revisional, segundo tratado no início do subitem III.5 do Anexo III. Resultado esse a que também já havia chegado o projetista revisor antes da realização da “segunda” campanha (SEI nº 117133060, p. 2/129), ainda que não exatamente nos mesmos termos.

“Quarta” campanha de extrações

Verificou-se que a SODF solicitou “ao projetista da supervisora novo mapa de extração para verificar se os resultados obtidos pelo laboratório da CCL estavam aptos a serem validados” (SEI nº 119541803). Ou seja, intentava-se o mesmo da “terceira” campanha: a realização de ensaios de “contraprova” – em que pese a “terceira” campanha ter sido “complementar” e não de “contraprova”, como evidenciado anteriormente.

Com isso, a supervisora encaminhou, por meio do Documento EC202100020876-009-2023, de 27/7/2023 (SEI nº 118843591), “o segundo mapa de extração de corpos de prova” constante “do arquivo CAD nomeado ‘MAPA3.dwg’” (SEI nº 118843622).

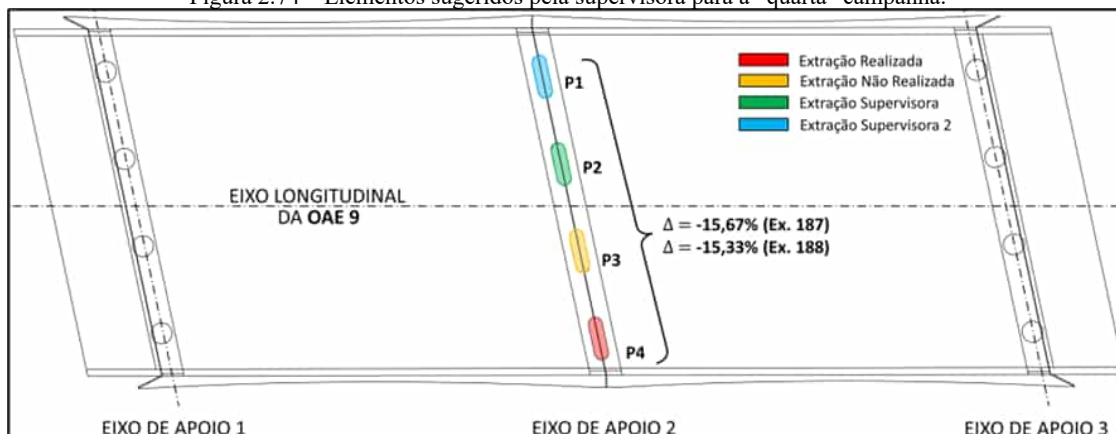
Quanto a isso, impende destacar que, nesse dia, o “**LAUDO TÉCNICO DOS FCK’s NÃO CONFORMES**” (SEI nº 119961727) já havia sido expedido pelo projetista representante da supervisora, porquanto sua assinatura data de 20/7/2023. Significa dizer que a supervisora já

podia ter conhecimento da não necessidade de extrações de testemunhos e alertar esse fato à Secretaria antes de prosseguir com a “quarta” campanha, vez que, a cada nova extração de testemunhos, as estruturas de concreto são submetidas a riscos cada vez maiores de dano.

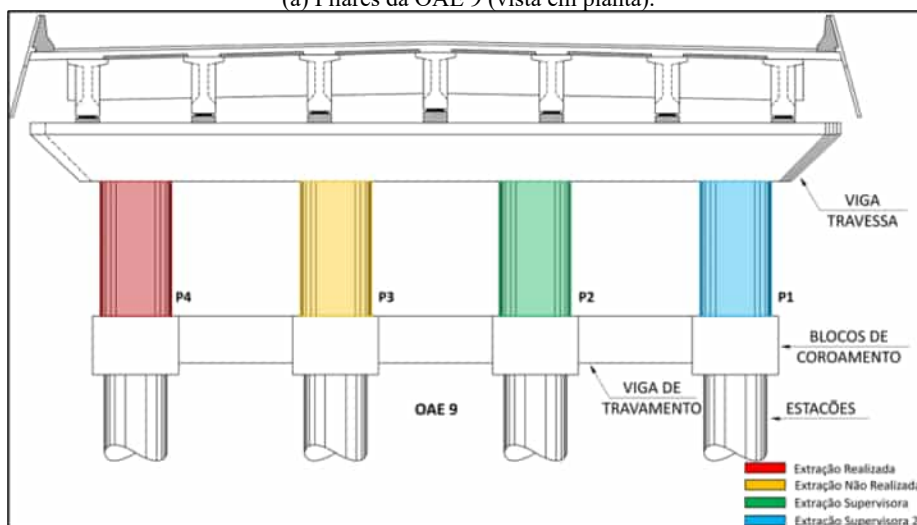
Não obstante, ao compulsar o referido arquivo digital, verificou-se a idêntica coloração dos elementos estruturais destacados na Figura 2.66, porém, novos locais foram sombreados com uma quarta cor (azul clara), os quais correspondem aos sugeridos pela supervisora para essa “quarta” campanha de extrações.

A saber, desta vez, a supervisora sugeriu a extração de testemunhos da Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) e da Viga Longarina VL4, ambas da OAE 8, bem como do Pilar P1, da Viga de Coroamento do Eixo 3, da Viga Longarina VL8 e das Vigas Transversinas T2 e T4, todos da OAE 9, consoante ilustrado na Figura 2.74.

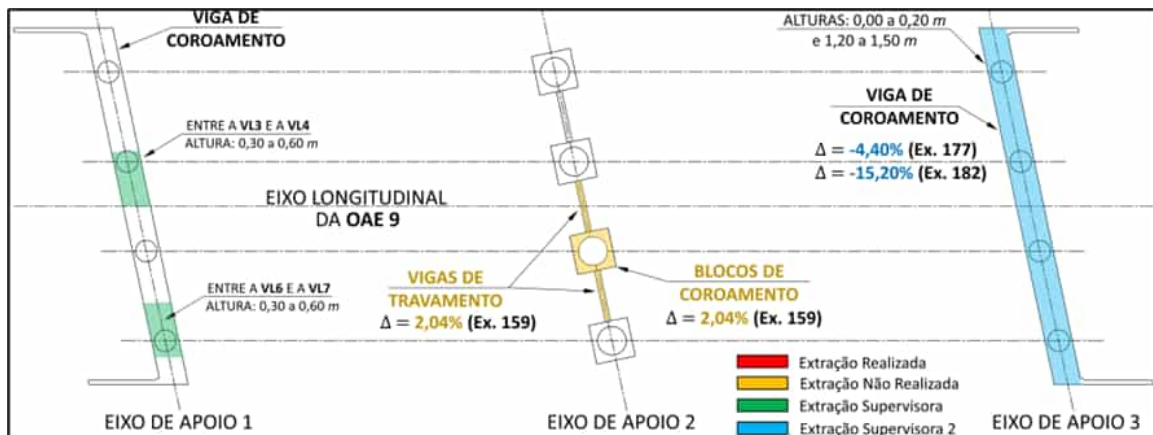
Figura 2.74 – Elementos sugeridos pela supervisora para a “quarta” campanha.



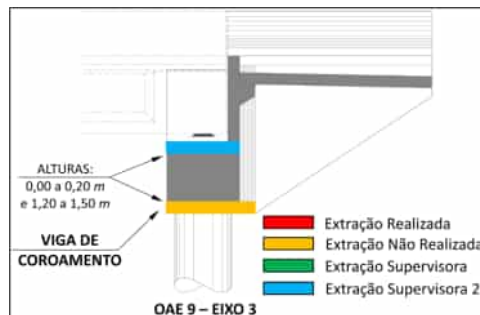
(a) Pilares da OAE 9 (vista em planta).



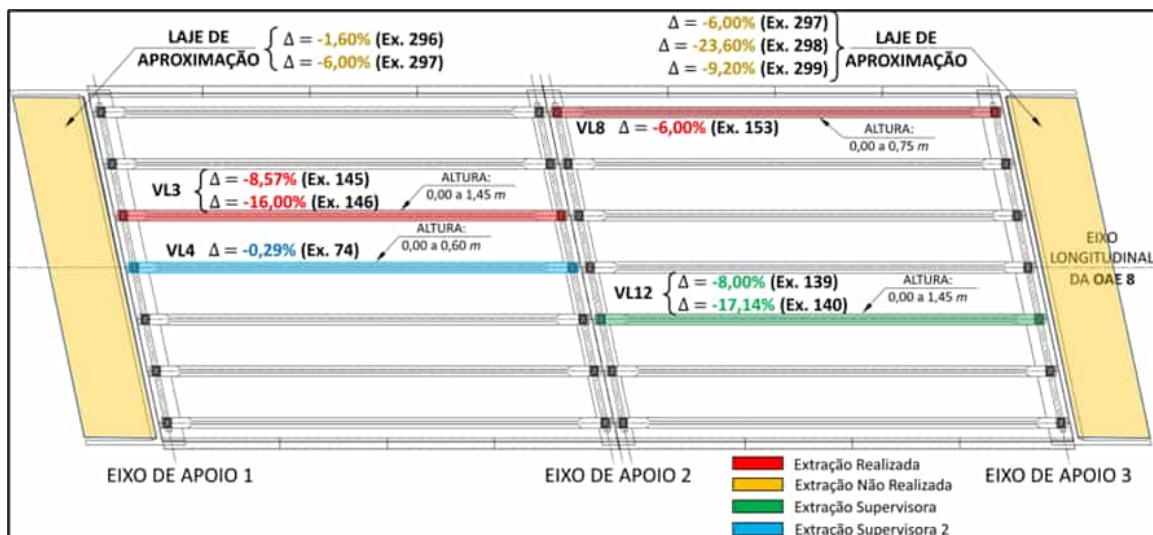
(b) Pilares da OAE 9 (vista lateral do pórtico).



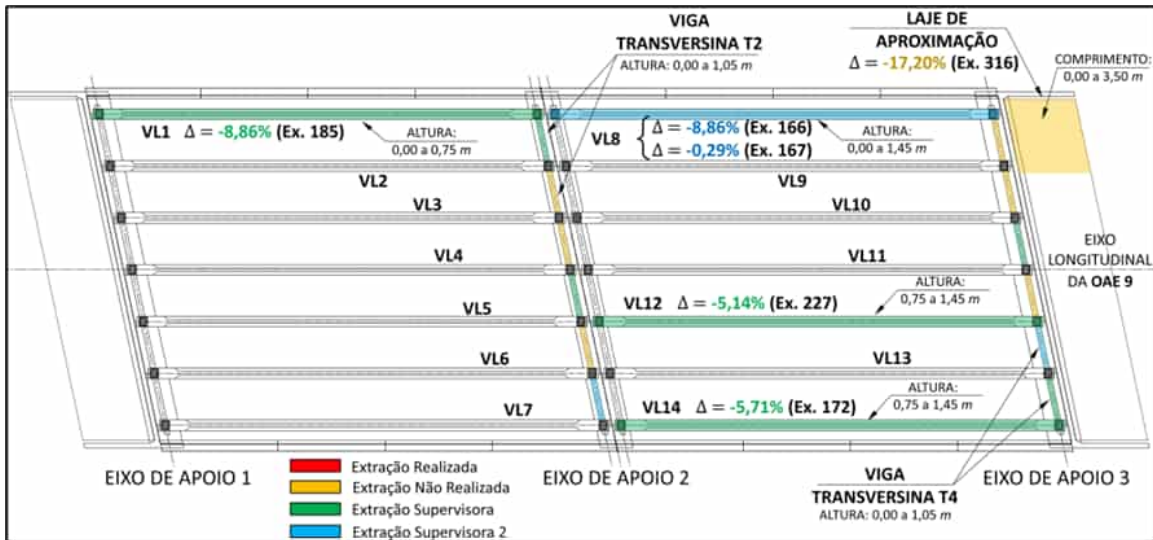
(c) Vigas de Coroamento e de Travamento e Blocos de Coroamento da OAE 9 (vista em planta).



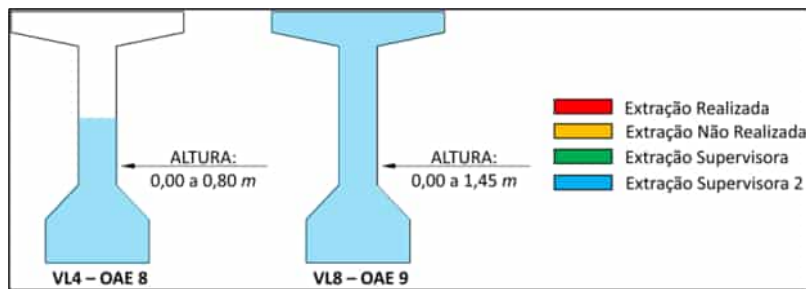
(d) Viga de Coroamento da OAE 9 – Eixo 3 (vista lateral).



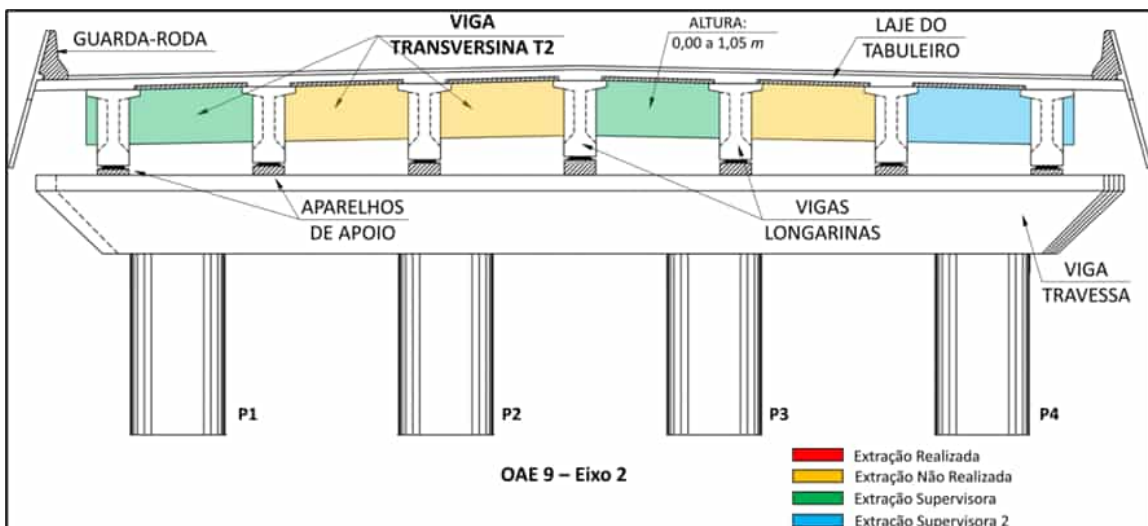
(e) Vigas Longarinas e Lajes de Aproximação da OAE 8 (vista em planta).



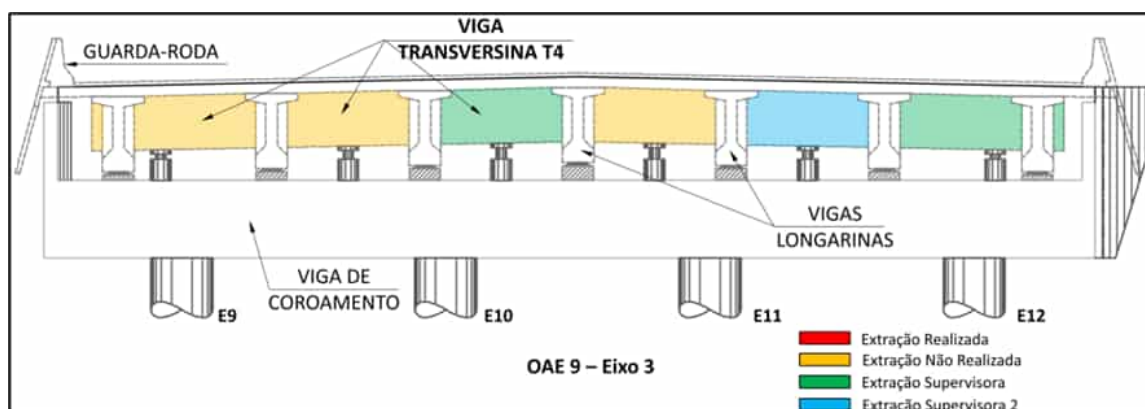
(f) Vigas Longarinas, Transversinas e Laje de Aproximação da OAE 9 (vista em planta).



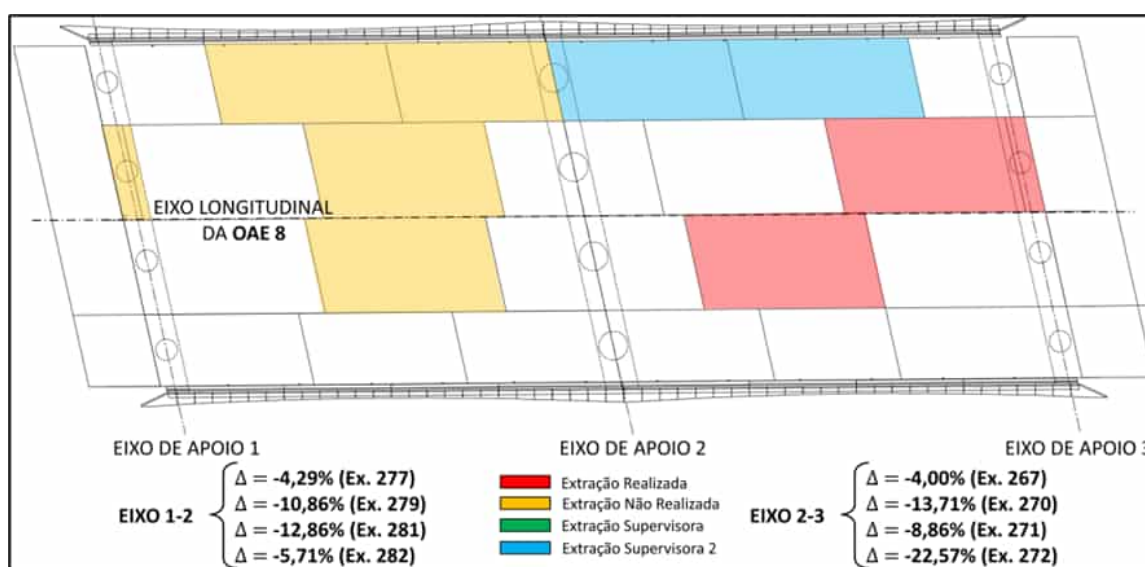
(g) Vigas Longarinas das OAE 8 e 9 (vista em corte).



(h) Viga Transversina T2 da OAE 9 (vista lateral do pórtico do Eixo 2).



(i) Viga Transversina T4 da OAE 9 (vista lateral do Eixo 3).



(j) Lajes do Tabuleiro da OAE 8 (vista em planta).

Fonte: inspirado no “arquivo CAD nomeado ‘MAPA3.dwg’” (SEI nº 118843622).

De sua vez, a fiscalização informou que, “*Ao contrário das extrações*” da “terceira” campanha, que foram procedidas pela CCL, “*optou-se pela realização de novos ensaios no mesmo local*” pelo IST/DF. (SEI nº 119541803).

Prontamente já se nota que a afirmação de que se optou “*pela realização de novos ensaios no mesmo local*” **não é verídica**, pois, de todos os locais eleitos pela supervisora (indicados em azul claro na Figura 2.74), apenas as Vigas Transversinas T2 e T4, ambas da OAE 9, é que haviam sido ensaiadas na “terceira” campanha, como se percebe na Tabela 2.13.

Por essa razão, apesar do mesmo intento da “terceira” campanha, que era a realização de ensaios de “contraprova”, acabou que a “quarta” campanha foi igualmente “complementar” e não de “contraprova”.

A seu turno, com relação à escolha do IST/DF, verificou-se que está estribada em alguns motivos suscitados pela fiscalização. Primeiramente, a decisão findava “*obter maior transparência nesta auditoria*”, haja vista que o referido laboratório estava arrolado “*a um processo de possível fraude dos laudos do Contrato nº 020/2021*”. A segundo, defendeu-se que o IST/DF era “*um laboratório de renome no mercado*”. E, a terceiro, objetivou-se “*evitar que*” o executante “*pretendesse creditar ao*” IST/DF “*qualquer incapacidade técnica para moldagem dos corpos de prova da obra, o que poderia ter acarretado baixas resistências*”. (SEI nº 119541803)

Dentre esses argumentos, como os dois primeiros já foram tratados no Ponto de Auditoria 3.1.1, convém elucidar o terceiro, isto é, explicar o que quer dizer a “*incapacidade técnica para moldagem dos corpos de prova da obra*” capaz de acarretar “*baixas resistências*” do concreto.

Como vastamente discutido nos subitens III.4 e seguintes do Anexo III, “*O objetivo fundamental da determinação da resistência de corpos de prova de concreto $[R_1]$ é estimar a resistência do concreto na estrutura real $[R_3]$* ” (ver Figura III.3). Por isso, caso a resistência à compressão obtida em ensaios com corpos de prova padronizados ($f_{ck,est}$) tenha sido menor do que o valor especificado em projeto (f_{ck}), uma entre duas hipóteses será válida: “*ou o concreto na estrutura também possui um valor inferior, ou o corpo de prova não representa fielmente o concreto da estrutura*” (NEVILLE, 2016, p. 637/638).

E é precisamente esta segunda hipótese, segundo a qual o corpo de prova moldado não refletiria o estado real da estrutura acabada *in loco*, que a fiscalização objetivou refutar, caso ela viesse a ser suscitada pelo executante. Até porque ela é “*frequentemente apresentada em disputas sobre a aceitação ou não de uma parte suspeita da estrutura*”, sob a justificativa de que “*Os corpos de prova podem ter sido movimentados durante a pega*”, “*curados de forma inadequada*” ou “*a máquina de teste [prensa] pode estar com defeito*” (NEVILLE, 2016, p. 638; e NEVILLE e BROOKS, 2010, p. 305), isto é, as prescrições normativas das NBR 5738 e 5739, ambas da ABNT, não teriam sido atendidas.

Como destacado no subitem III.5.1 do Anexo III, em que pese a NBR 7680-1 da ABNT recomendar que todos os ensaios e procedimentos afetos à extração de testemunhos sejam realizados por laboratórios acreditados pelo INMETRO, como é o caso do IST/DF, a argumentação da fiscalização padece de **incongruência ética**. Explica-se.

Sabendo-se que os resultados dos testemunhos podem servir, de fato, para a comprovação dos resultados obtidos a partir dos corpos de prova moldados[2.92], se a intenção

fosse avaliar a capacidade técnica do IST/DF para moldagem dos corpos de prova, isto é, avaliar a acurácia dos resultados apresentados pelo instituto, não faria sentido que tal exame fosse realizado por ele mesmo, sob risco de conflito de interesse. Nesse sentido é a opinião de Helene (2020, p. 5), para o qual:

Por razões éticas, as operações de **extração** e **rompimento de testemunhos** deverão ser realizadas por **Laboratório distinto daquele** que executou os ensaios de controle de recebimento e aceitação do concreto, **moldagem** e/ou **rompimento dos corpos de prova**, e sempre devem ter acompanhamento técnico das partes envolvidas. (grifo nosso)

Não obstante, corroborando com o objetivo de “*obter maior transparência*” do processo de rompimento dos testemunhos, a fiscalização solicitou ao executante “*que comunicasse a todos os seus especialistas de preferência para acompanhar todo o processo de preparo, nivelamento, capeamento e rompimento*” dos testemunhos no laboratório do IST/DF, cuja ata de presença dos referidos profissionais técnicos consta do item 2.23 do Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).

Pois bem, após o ensaio de resistência à compressão dos testemunhos extraídos, foram expedidos os Relatórios nºs 10419.23, 10420.23, 10421.23, 10422.23 e 10423.23 (SEI nºs 119256378, 119256707, 119256914, 119257089 e 119257238), cujos cabeçalhos denotam que os testemunhos foram extraídos no dia 28/7/2023, chegaram ao laboratório do IST/DF em 31/7/2023 e foram ensaiados (rompidos) no dia 3/8/2023.

Inclusive, consta da supracitada ata que a chegada das amostras ao laboratório foi acompanhada por representantes da SODF, do executante, da MM – Engenharia e Consultoria e da CONCRECON (central de concreto[2.12]), ao passo que, no dia do ensaio (rompimento dos testemunhos), só não compareceu o representante da MM – Engenharia e Consultoria.

Os resultados dos relatórios dos ensaios realizados pelo IST/DF estão acostados à Tabela 2.16.

Tabela 2.16 – Identificação e resistências de ensaio dos testemunhos extraídos na “quarta” campanha.

Lote	Testemunho	Local das Extrações (Elemento Estrutural)	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}$) ⁽¹⁾	Resistência de Projeto (f_{ck})	Resistência Potencial do Concreto ($f_{ci,ext,pot}$) ⁽²⁾
1	T1	Viga Transversina T2 da OAE 9	27,0 MPa	35,0 MPa	34,2 MPa
	T2	Viga Transversina T2 da OAE 9	34,2 MPa		
2	T3	Viga Longarina VL4 da OAE 8	40,7 MPa	35,0 MPa	42,0 MPa
	T4	Viga Longarina VL4 da OAE 8	42,0 MPa		



Lote	Testemunho	Local das Extrações (Elemento Estrutural)	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}$) ⁽¹⁾	Resistência de Projeto (f_{ck})	Resistência Potencial do Concreto ($f_{ci,ext,pot}$) ⁽²⁾
3	T5	Viga Longarina VL8 da OAE 9	41,7 MPa	35,0 MPa	41,7 MPa
	T6	Viga Longarina VL8 da OAE 9	41,0 MPa		
4	T7	Viga Transversina T4 da OAE 9	27,2 MPa	35,0 MPa	35,3 MPa
	T8	Viga Transversina T4 da OAE 9	35,3 MPa		
5	T9	Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 9	29,3 MPa	25,0 MPa	29,7 MPa
	T10	Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 9	29,7 MPa		
6	T11	Pilar P1 da OAE 9	28,0 MPa	30,0 MPa	32,2 MPa
	T12	Pilar P1 da OAE 9	32,2 MPa		

(1) A resistência corrigida $f_{ci,ext}$ é calculada por meio da Eq. III.9 do subitem III.5.1 do Anexo III. Os coeficientes k_1 , k_2 , k_3 e k_4 utilizados pelo IST/DF foram agrupados e podem ser consultados em seus relatórios dos ensaios (SEI nºs 119256378, 119256707, 119256914, 119257089 e 119257238).

(2) A resistência potencial do concreto $f_{ci,ext,pot}$ é obtida do maior valor de resistência dos testemunhos extraídos de cada lote, conforme disposto no subitem III.5.2 do Anexo III.

Da análise da Tabela 2.16, nota-se que, **com exceção** da Viga Transversina T2 da OAE 9, todos os demais elementos ensaiados poderiam ser aceitos, nos termos do subitem III.5.2 do Anexo III. Isso porque a resistência potencial do concreto do Lote 1 de $f_{ci,ext,pot} = 34,2 MPa$ é **menor** que a resistência de projeto de $f_{ck} = 35,0 MPa$.

Outra observação cabida é a de que, como apontado quando se discutia sobre as inconsistências da “segunda” campanha, igualmente consta dos autos apenas os relatórios dos ensaios do IST/DF, ou seja, não se verificou se o IST/DF expediu o relatório final (conclusivo) de análise. Além disso, os relatórios dos ensaios do instituto **não atenderam** a todas as prescrições da NBR 7680-1 da ABNT, pois não foram localizadas as fotos do processo de extração e dos testemunhos, o que, sem dúvida, atenta contra a transparência do processo.

Corroborando nesse sentido o fato de que, ao contrário dos resultados de ensaios com corpos de prova de concreto em estado fresco indicados na Tabela 2.1, os relatórios dos ensaios de testemunhos extraídos expedidos pelo mesmo instituto **não contêm código de autenticidade**, mas tão somente a assinatura do responsável técnico – que, diga-se de passagem, é o mesmo daqueles dos corpos de prova moldados.



Outro aspecto que chamou a atenção é que, no cabeçalho dos relatórios de ensaios expedidos pelo IST/DF, houve o preenchimento do campo “*INTERESSADO*” com o nome “*CONSÓRCIO VIADUTO EPIG*”, de onde se conclui que o IST/DF foi **novamente subcontratado pelo próprio executante** e não pela SODF para realizar os ensaios.

Além disso, é de se reparar que, de igual modo à “terceira” campanha, os locais das extrações realizadas na “quarta” campanha (Tabela 2.16) não abrangem a totalidade dos locais sugeridos pela supervisora (destacados em azul claro na Figura 2.74), como é o caso do Eixo 2-3 da Laje do Tabuleiro da OAE 8 (Figura 2.74 j).

E, inobstante não ter havido extrações desse elemento estrutural, a fiscalização demandou novas extrações de testemunhos, fazendo com que houvesse ainda uma “quinta” campanha com o auxílio do IST/DF.

“Quinta” campanha de extrações

Segundo a fiscalização, “*foram necessárias novas extrações no viaduto da OAE 9*” em razão dos seguintes motivos:

Não foi possível extrair corpo de prova no tabuleiro da OAE 09, conforme MAPA3.dwg, uma vez que o ponto indicado pelo projetista da supervisora não era o ideal. O **ponto especificado era sobre a camada de asfalto** e para extrair um corpo de prova nesse ponto **seria necessário o rompimento de barras de aço**, o que **poderia comprometer a estrutura do viaduto**. Nesse sentido, visando verificar se a resistência apontada no laudo da CCL para o tabuleiro da OAE 09 era válida, **foi solicitada a indicação de novo ponto de extração** para o tabuleiro da OAE 09. (Despacho – SODF /SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Ou seja, dada a presença da “*camada de asfalto*” e a fim de evitar “*o rompimento de barras de aço*”, a fiscalização solicitou à supervisora que indicasse “*novo ponto de extração para o tabuleiro da OAE 09*”.

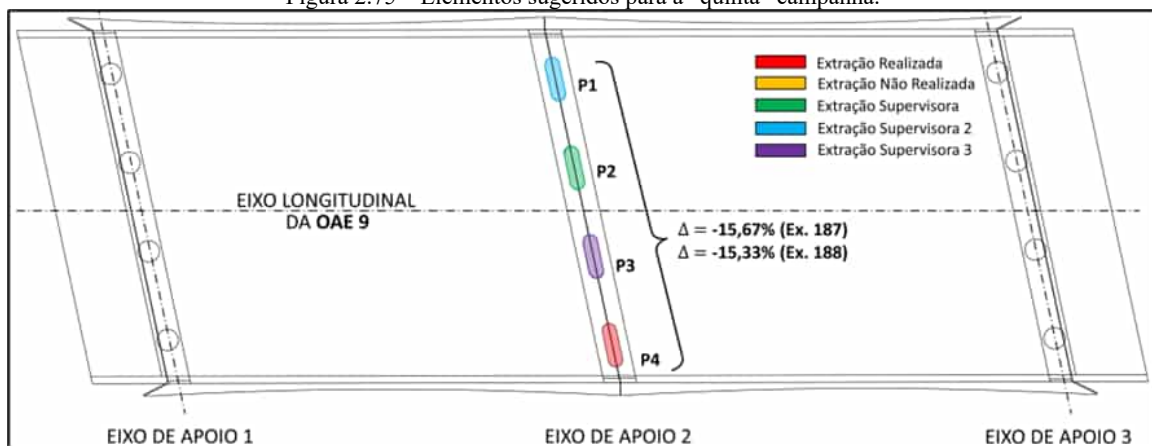
Pede-se vênia, mas o arquivo digital “*MAPA3.dwg*” não contém nenhuma indicação de local de extração na Laje do Tabuleiro da OAE 9 para a “quarta” campanha, mas apenas da OAE 8 (Figura 2.74 j). Em verdade, no referido arquivo, o sombreado da Laje do Tabuleiro da OAE 9 refere-se apenas aos locais indicados pela supervisora para a “terceira” campanha, tal qual disposto na Figura 2.66 p.

Ademais, na mesma oportunidade, aproveitou-se para demandar “**novos rompimentos no Pilar 03 da OAE 09 e nas Vigas Longarinas 1, 12 e 14 da OAE 09 para aumentar a amostragem dos resultados dos pilares e das vigas longarinas**” (SEI nº 119541803, grifo nosso).

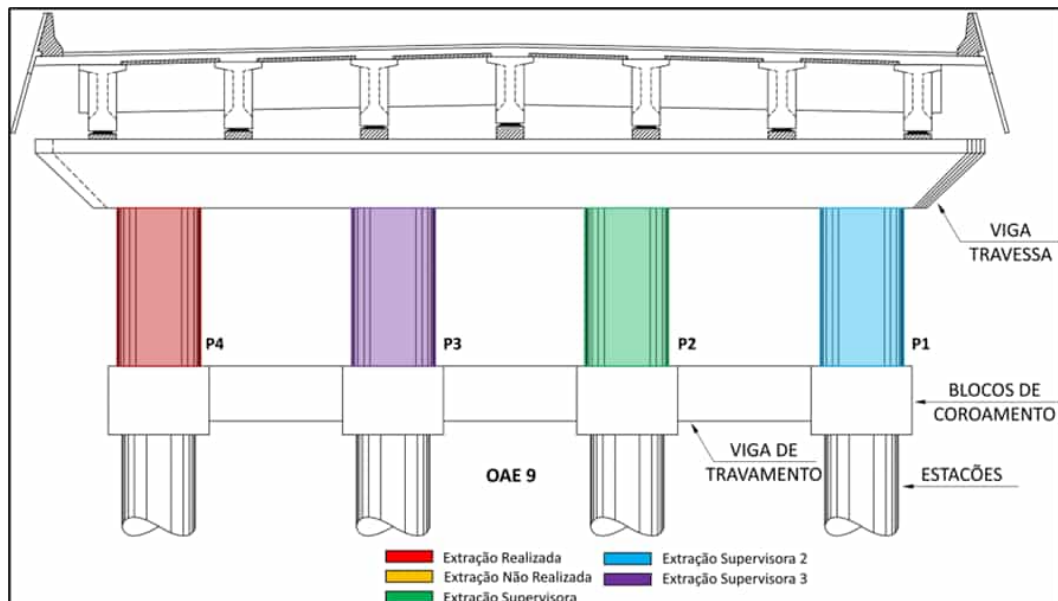
Diante disso, a supervisora encaminhou novo expediente, o Documento EC202100020876-010-2023, de 10/8/2023 (SEI nº 119759428), contendo “o terceiro mapa de extração de corpos de prova” constante “do arquivo de CAD nomeado ‘MAPA2.2.dwg’” (SEI nº 119759436).

Ao avaliar o referido arquivo digital, observou-se o mesmo *modus operandi* de coloração dos elementos estruturais das Figuras 2.66 e 2.74, porém, com o acréscimo dos supracitados elementos estruturais elencados pela fiscalização, segundo disposto em roxo na Figura 2.75.

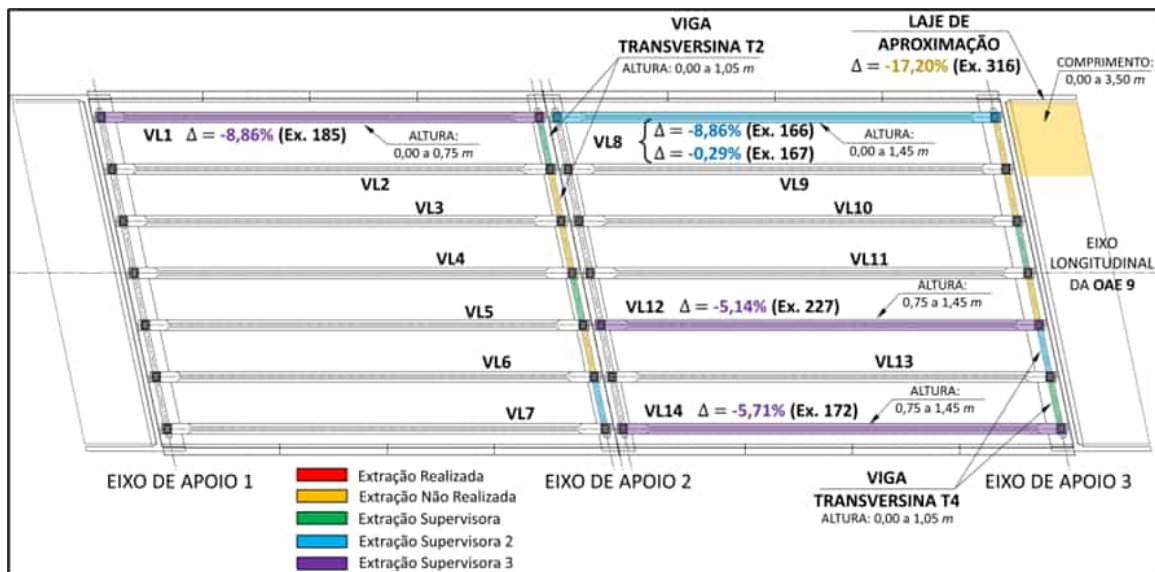
Figura 2.75 – Elementos sugeridos para a “quinta” campanha.



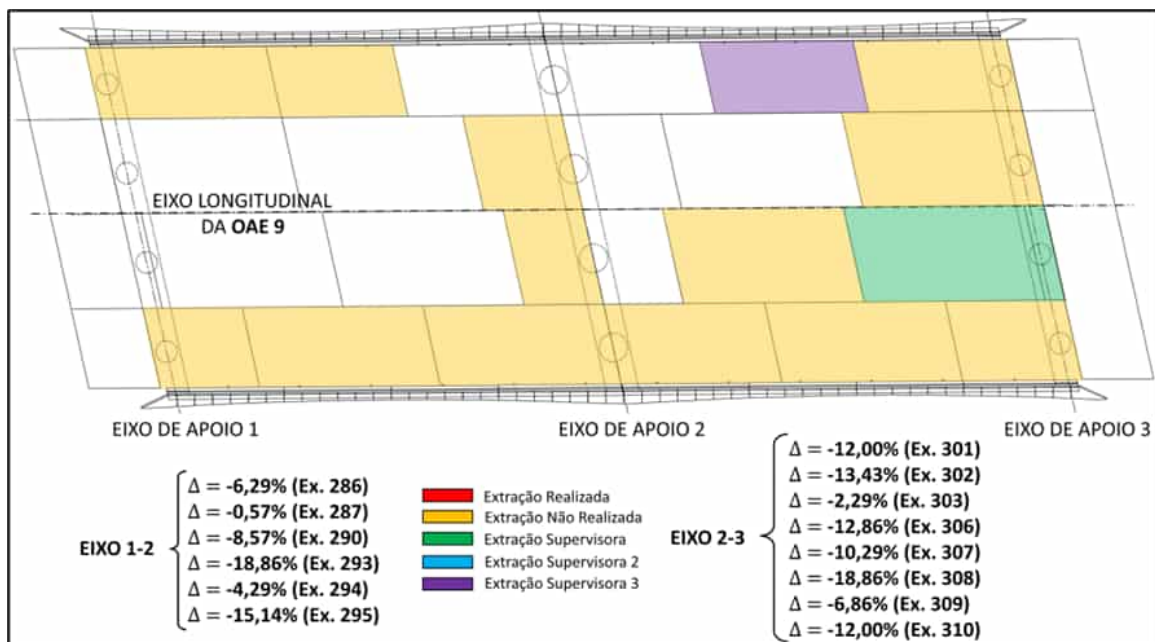
(a) Pilares da OAE 9 (vista em planta).



(b) Pilares da OAE 9 (vista lateral do pórtico).



(c) Vigas Longarinas, Transversinas e Laje de Aproximação da OAE 9 (vista em planta).



(d) Lajes do Tabuleiro da OAE 9 (vista em planta).

Fonte: inspirado no “arquivo de CAD nomeado ‘MAPA2.2.dwg’” (SEI nº 119759436).

Após o ensaio de resistência à compressão dos testemunhos extraídos, foram expedidos os Relatórios n^{os} 10430.23, 10431.23, 10433.23, 10434.23 e 10435.23 (SEI n^{os} 120317880, 120318192, 120317349, 120318060 e 120316492), cujos cabeçalhos indicam que as amostras foram extraídas no dia 11/8/2023, chegaram ao laboratório do IST/DF em 14/8/2023 e foram ensaiadas no dia 17/8/2023.

Informa-se, *en passant*, que, diferentemente dos relatórios de ensaio da “quarta” campanha, nos desta “quinta” campanha, os testemunhos (denominados pelo IST/DF de “corpos de prova”) não seguem uma sequência ordinária crescente. Além disso, **não foi localizado** nos autos o Relatório sequencial nº **10432.23**, o que, na opinião da equipe de auditoria, careceria de investigação, uma vez que poderia se referir a algum outro elemento estrutural ensaiado pelo instituto.

Sem embargo, os resultados dos relatórios dos ensaios realizados pelo IST/DF constantes dos autos estão acostados à Tabela 2.17, de onde se nota que todos os elementos estruturais ensaiados poderiam ser aceitos, uma vez que $f_{ci,ext,pot} > f_{ck}$, como indicado no subitem III.5.2 do Anexo III.

Tabela 2.17 – Identificação e resistências de ensaio dos testemunhos extraídos na “quinta” campanha.

Lote	Testemunho	Local das Extrações (Elemento Estrutural)	Resistência Corrigida ($f_{ci,ext}$) ⁽¹⁾	Resistência de Projeto (f_{ck})	Resistência Potencial do Concreto ($f_{ci,ext,pot}$) ⁽²⁾
1	T1	Viga Longarina VL1 da OAE 9	44,2 MPa	35,0 MPa	44,2 MPa
	T2	Viga Longarina VL1 da OAE 9	41,3 MPa		
2	T3	Pilar P3 da OAE 9	35,6 MPa	30,0 MPa	41,1 MPa
	T4	Pilar P3 da OAE 9	41,1 MPa		
3	T5	Viga Longarina VL12 da OAE 9	40,8 MPa	35,0 MPa	43,4 MPa
	T6	Viga Longarina VL12 da OAE 9	43,4 MPa		
4	T7	Viga Longarina VL14 da OAE 9	38,8 MPa	35,0 MPa	38,8 MPa
	T8	Viga Longarina VL14 da OAE 9	34,5 MPa		
5	T9	Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) da OAE 9	37,1 MPa	35,0 MPa	40,7 MPa
	T10	Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) da OAE 9	40,7 MPa		

⁽¹⁾ A resistência corrigida $f_{ci,ext}$ é calculada por meio da Eq. III.9 do subitem III.5.1 do Anexo III. Os coeficientes k_1 , k_2 , k_3 e k_4 utilizados pelo IST/DF foram agrupados e podem ser consultados em seus relatórios dos ensaios (SEI nºs 120317880, 120318192, 120317349, 120318060 e 120316492).

⁽²⁾ A resistência potencial do concreto $f_{ci,ext,pot}$ é obtida do maior valor de resistência dos testemunhos extraídos de cada lote, conforme disposto no subitem III.5.2 do Anexo III.

Considerações finais

Não obstante as inconsistências evidenciadas pela equipe de auditoria nas “segunda”, “terceira”, “quarta” e “quinta” campanhas, faz-se produtor acastar os resultados dos ensaios realizados nessas campanhas – tais quais constaram de seus respectivos relatórios de

ensaio – juntamente com aqueles que haviam sido obtidos pelo IST/DF mediante os corpos de prova moldados (Tabela 2.18), na tentativa de extrair conclusões relevantes acerca dos requisitos de segurança e de durabilidade dos Viadutos do Sudoeste.

Tabela 2.18 – Resistências de projeto obtidas nas “segunda”, “terceira”, “quarta” e “quinta” campanhas.

Elemento Estrutural ⁽¹⁾	Resistências (MPa)						
	Projeto (f_{ck})	Corpo de Prova Moldado ($f_{ck,est}$) ⁽²⁾	2ª Campanha (Executante)		3ª Campanha (CCL)	4ª Campanha (IST/DF)	5ª Campanha (IST/DF)
			Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Esclerometria ($f_{ck,aprox}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)
Blocos de Coroamento da OAE 9	25	24,5					
Estação E10 da OAE 8	30	27,4					
Estação E11 da OAE 8	30	25,6					
Estação E6 da OAE 8	30	29,4					
Estação E6 da OAE 9	30	27,3					
Laje de Aproximação (Eixos 1 e 3) da OAE 8	25	19,1					
Laje de Aproximação (Eixos 1 e 3) da OAE 9	25	20,7					
Laje do Tabuleiro (Eixo 1-2) da OAE 8	35	30,5					
Laje do Tabuleiro (Eixo 1-2) da OAE 9	35	28,4					
Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) da OAE 8	35	27,1	62,7				
Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) da OAE 9	35	28,4			30,1		40,7
Pilar P1 da OAE 9	30	25,3		35		32,2	
Pilar P2 da OAE 8	30	30,4					
Pilar P2 da OAE 9	30	25,3		32,3	26,5		
Pilar P3 da OAE 9	30	25,3		33,2			41,1
Pilar P4 da OAE 8	30	30,4					
Pilar P4 da OAE 9	30	25,3	34,7	33,3			



Elemento Estrutural (1)	Resistências (MPa)						
	Projeto (f_{ck})	Corpo de Prova Moldado ($f_{ck,est}$) (2)	2ª Campanha (Executante)		3ª Campanha (CCL)	4ª Campanha (IST/DF)	5ª Campanha (IST/DF)
			Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Esclerometria ($f_{ck,aprox}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)
Pré-lajes Tipo 1	25	20,3					
Viga de Coroamento do Eixo 1 da OAE 9	25	26,0		26,8	26,3		
Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 8	25	21,6	26,7	24,7			
Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 9	25	21,2		24,1		29,7	
Viga Longarina VL1 da OAE 9	35	31,9		36,2	25,9		44,2
Viga Longarina VL12 da OAE 8	35	29,0		34,5	38,6		
Viga Longarina VL12 da OAE 9	35	33,2		33,8	25,9		43,4
Viga Longarina VL14 da OAE 9	35	33,0		33,8			38,8
Viga Longarina VL3 da OAE 8	35	29,4	52,3	35,7			
Viga Longarina VL4 da OAE 8	35	34,9		35,7		42	
Viga Longarina VL5 da OAE 8	35	34,9					
Viga Longarina VL8 da OAE 8	35	32,9	56,6	41,4			
Viga Longarina VL8 da OAE 9	35	31,9		34,8		41,7	
Vigas de Travamento da OAE 9	25	24,5					

Elemento Estrutural ⁽¹⁾	Resistências (MPa)						
	Projeto (f_{ck})	Corpo de Prova Moldado ($f_{ck,est}$) ⁽²⁾	2ª Campanha (Executante)		3ª Campanha (CCL)	4ª Campanha (IST/DF)	5ª Campanha (IST/DF)
			Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Esclerometria ($f_{ck,aprox}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)	Testemunho Extraído ($f_{ci,ext,pot}$)
Viga Transversina T2 da OAE 9	35	33,6			29,8	34,2	
Viga Transversina T4 da OAE 9	35	33,6		32,2	27,5	35,3	

⁽¹⁾ Na primeira coluna estão apresentados em sua maioria os elementos estruturais retirados da Tabela 2.2, que apresentaram resultados de não conformidade de acordo com a NBR 12655 da ABNT, com destaque em vermelho para aqueles cujos percentuais de variação da resistência supera 10%, isto é, $\Delta < -10\%$ ou $f_{ci,ext,pot} < 0,90 f_{ck}$. Porém, nessa mesma coluna, há também indicação em azul de casos de conformidade segundo a NBR 12655 da ABNT – Pilares P2 e P4, ambos da OAE 8, e Viga de Coroamento do Eixo 1 da OAE 9 –, uma vez que os respectivos elementos foram submetidos a ensaios durante as “segunda”, “terceira” e “quarta” campanhas.

⁽²⁾ Na terceira coluna estão apresentadas as **menores** resistências $f_{ck,est}$ de cada elemento estrutural obtidas pelo IST/DF mediante a ruptura de corpos de prova moldados durante a execução da obra.

Fonte: equipe de auditoria.

De antemão, informa-se que todas as resistências dos ensaios realizados nas campanhas de extrações foram apresentadas na Tabela 2.18 para fins de comparação. Apesar disso, as conclusões que serão extraídas desse quadro basear-se-ão apenas nos resultados das “quarta” e “quinta” campanhas empreendidas pelo IST/DF, uma vez que foi a partir delas que a fiscalização foi terminante ao afirmar que, “no atual momento”, a “resistência real encontrada nos viadutos” está “em conformidade com as resistências especificadas em projeto” (SEI nº 119541803).

Pois bem, com base no que já havia sido dito, nota-se que tal afirmação **não é verdadeira** em relação à Viga Transversina T2 da OAE 9, haja vista que a resistência potencial do concreto desse elemento ($f_{ci,ext,pot} = 34,2 \text{ MPa}$) foi **inferior** à resistência de projeto ($f_{ck} = 35 \text{ MPa}$). Ou seja, de acordo com o subitem III.5.2 do Anexo III, o concreto empregado na confecção da Viga Transversina T2 da OAE 9 **não poderia ser aceito**.

Já com relação a todos os outros elementos ensaiados nas “quarta” e “quinta” campanhas pelo IST/DF, verificou-se que as resistências potenciais do concreto ($f_{ci,ext,pot}$), de fato, foram **superiores** às de projeto (f_{ck}), fazendo com que a argumentação dos executores da SODF pudesse prosperar, pois estaria atendida a condição preconizada no subitem III.5.2 do Anexo III.



Todavia, em busca de critérios para avaliar a pertinência da magnitude, isto é, da ordem de grandeza das resistências dos testemunhos extraídos pelo IST/DF, será preciso **ir além** do que a NBR 7680-1 da ABNT preconiza. Logo, ao invés de se basear apenas na relação entre as resistências dos testemunhos ($f_{ci,ext,pot}$) e as de **projeto** (f_{ck}), será preciso deitar luzes entre as resistências dos testemunhos ($f_{ci,ext,pot}$) e as dos **corpos de prova moldados** durante a fase da obra ($f_{ck,est}$).

Consequentemente, será uma ótima oportunidade para tecer considerações quanto ao argumento aduzido pela fiscalização de que a escolha do IST/DF para proceder as extrações de testemunhos objetivava “evitar que” o executante “pretendesse creditar ao” referido instituto “qualquer incapacidade técnica para moldagem dos corpos de prova da obra, o que poderia ter acarretado baixas resistências” (SEI nº 119541803).

Para empreender essa análise, é imprescindível saber que, **em regra, para uma mesma idade do concreto**, a resistência dos testemunhos extraídos será **menor** do que a de corpos de prova cilíndricos moldados a partir do concreto no estado fresco. Ou seja, nos termos da Figura III.3 do Anexo III, $R_d < R_f$. E essa diferença se deve, basicamente, a interferências ocorrentes em dois processos: construtivo (da estrutura) e de extração (do testemunho).

Sobre esse tema, a NBR 7680-1 da ABNT[2.93] elenca que as principais diferenças entre corpos de prova moldados e testemunhos extraídos se devem, resumidamente, a seis fatores. Primeiramente, as dimensões de testemunhos e de corpos de prova moldados podem não ser as mesmas. Em segundo lugar, o testemunho pode refletir deficiências do processo construtivo, a exemplo da segregação do concreto por problemas de lançamento ou adensamento inadequados, fazendo com que nem todos os pontos da estrutura tenham sido adensados de forma energética e homogênea, como os corpos de prova moldados.

A terceiro, o processo de extração gera o denominado “efeito de broqueamento”, que ocorre em **todos** os casos de extração e é mais acentuado em testemunhos de menor diâmetro. Em quarto lugar, enquanto nos corpos de prova moldados as direções de moldagem e de aplicação da carga no ensaio de ruptura são as mesmas, em testemunhos extraídos as direções de lançamento do concreto (vertical por gravidade) e de aplicação da carga no ensaio de ruptura (normal à extração) podem não ser as mesmas, a exemplo de pilares e vigas.

A quinto, a retirada precoce de escoramentos em elementos estruturais submetidos à flexão gera microfissuração no concreto, o que não se verifica em corpos de prova moldados e curados conforme a boa técnica prescrita em norma. Por fim, em sexto lugar, a cura dos corpos de prova moldados é realizada em câmara úmida ou por imersão em água, além de serem mantidos à temperatura controlada, ao passo que o concreto dos testemunhos pode ter

sido retirado de um elemento estrutural que não recebeu cura adequada após a concretagem e que também foi submetido a um regime de temperatura diferente do ideal de laboratório.

Portanto, sumariamente, Neville (2016, p. 640) vai dizer que a diferença entre as resistências à compressão de testemunhos extraídos e de corpos de prova moldados reside em parte “aos procedimentos de extração” e em parte “pela condição de cura em campo ser quase invariavelmente inferior à cura prescrita para os corpos de prova padrão”.

No tocante à extração, Neville (2016, p. 641) ressalta que, mesmo que ela seja realizada de forma cuidadosa, sempre existirá “um elevado risco de danos”, sendo que o efeito de broqueamento “parece ser maior em concretos mais resistentes”. Para se ter ideia, ao referir-se às conclusões de V. M. Malhotra[2.94], o autor afirma que a redução na resistência pode chegar a 15% para concretos de 40 MPa, enquanto que a *Concrete Society*[2.95] considera razoável uma redução de 5 a 7%.

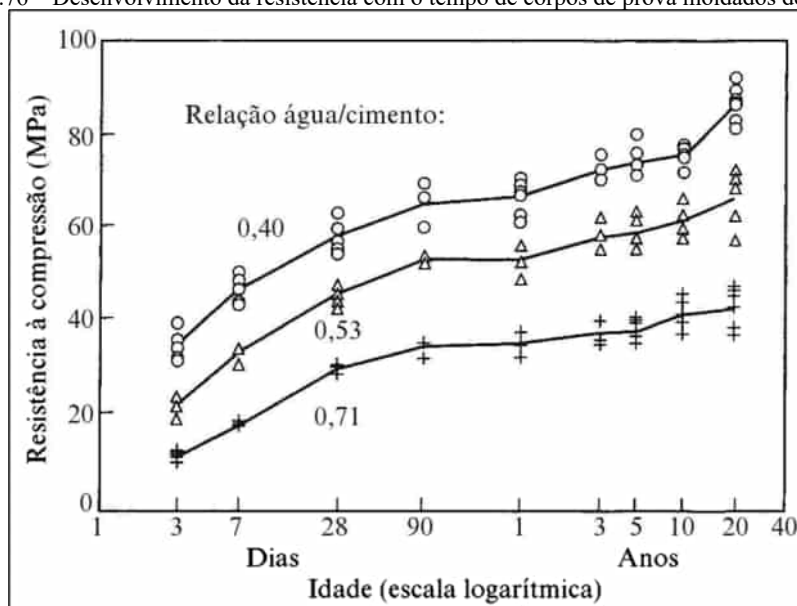
Acontece que é difícil precisar os efeitos causados, única e exclusivamente, pela extração, “já que o histórico de cura dos testemunhos é, forçosamente, diferente do histórico de cura dos corpos de prova moldados”. Acresça-se a isso o fato de que “o histórico exato de cura da estrutura”, não raro, é “de difícil determinação”. Consequentemente, o “efeito da cura sobre a resistência de testemunhos é incerto”. (NEVILLE, 2016, p. 241)

Para se ter noção, Neville (2016, p. 241), arrimado em N. Petersons[2.96], afirma que, nas estruturas curadas segundo a boa técnica, a razão entre as resistências de testemunhos e de corpos de prova moldados de mesma idade “é sempre menor do que 1” (grifo nosso), isto é, $f_{ci,ext, inicial} / f_{ck, est} < 1$. Ademais, essa relação “diminui com o aumento da resistência do concreto”, pois, enquanto que para um concreto de 20 MPa o valor aproximado dessa relação é “pouco menor do que 1”, para um concreto de 60 MPa a relação aproxima-se de 0,7.

Ocorre que, nos casos correntes da prática, dificilmente se terá à disposição, na data das extrações de testemunhos, corpos de prova moldados de mesma idade para permitir a comparação das respectivas resistências à ruptura ($f_{ci,ext, inicial}$ e $f_{ck, est}$) e chegar a essa conclusão de N. Petersons[2.96]. E, possivelmente por isso é que surgem argumentos defendendo que testemunhos extraídos de concretos com vários meses de idade terão resistência **maior** do que aquelas resultantes dos ensaios de compressão de corpos de prova moldados aos 28 dias.

Corroborando com essa argumentação, o notório fato conhecido de longa data no meio técnico de que o desenvolvimento da resistência do concreto de corpos de prova devidamente moldados e armazenados em condições ideais (ambiente úmido) é **crecente ao longo do tempo** (Figura 2.76).

Figura 2.76 – Desenvolvimento da resistência com o tempo de corpos de prova moldados de concreto.



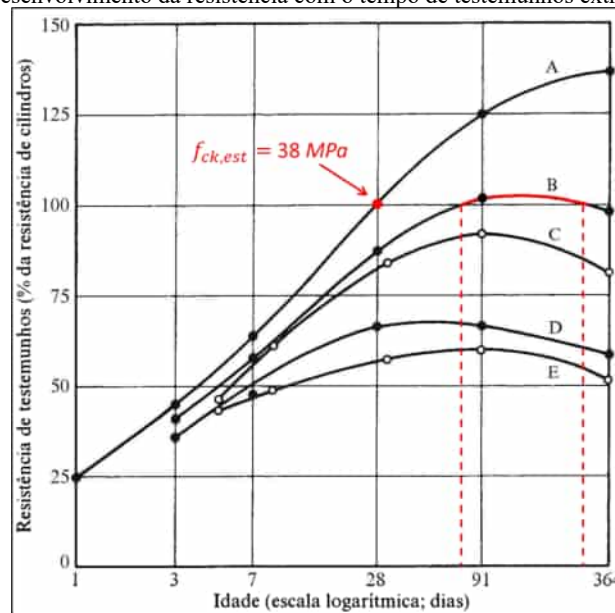
Fonte: S. L. Wood *apud* Neville (2016, p. 320).

Em maiores detalhes, a Figura 2.76 reflete os resultados de estudos desenvolvidos por S. L. Wood[2.97] com concretos produzidos em 1948, contendo relações água/cimento[2.49] de 0,40, 0,53 e 0,71 e cimentos CP I mantidos em condição úmida permanente. Note-se que, em todos os casos, houve **aumento** de resistência do concreto com o passar dos anos.

Logo, se há aumento contínuo de resistência do concreto de corpos de prova moldados e armazenados em condições ideais, seria razoável supor que o mesmo ocorreria com o concreto das estruturas executadas *in loco*, e, por consectário lógico, com os eventuais testemunhos extraídos delas.

Todavia, Neville (2016, p. 641) adverte que, “*Aparentemente, esse não é caso na prática*”, pois restou evidenciado nos trabalhos realizados por J. M. Plowman, W F. Smith e T. Sherriff[2.98], bem como de W. E. Murphy[2.99], “*que o concreto em campo, em geral, ganha pouca resistência após 28 dias*” (grifo nosso), como se depreende da Figura 2.77.

Figura 2.77 – Desenvolvimento da resistência com o tempo de testemunhos extraídos de concreto.



Fonte: adaptado de R. D. Gaynor *apud* Neville (2016, p. 642).

A saber, a Figura 2.77 ilustra os resultados obtidos por R. D. Gaynor[2.100] *apud* Neville (2016, p. 642), que indicam a evolução no tempo da resistência de testemunhos de concreto ($f_{ci,ext,initial}$) confeccionados com cimento CP I, expressa como uma porcentagem em relação à resistência de $f_{ck,est} = 38 \text{ MPa}$ de um corpo de prova cilíndrico moldado e rompido aos 28 dias.

Assim, a Curva A denota as resistências de corpos de prova moldados e rompidos aos 1, 3, 7, 28, 91 e 364 dias; a Curva B representa as resistências de testemunhos extraídos de laje bem curada e ensaiados em condição seca; a Curva C indica as resistências de testemunhos igualmente extraídos de laje bem curada, porém ensaiados em condição úmida; a Curva D ilustra as resistências de testemunhos extraídos de laje com cura inadequada e ensaiados em condição seca; e a Curva E abrange as resistências de testemunhos extraídos de laje com cura inadequada e ensaiados em condição úmida.

Observe-se que, para a situação da estrutura cujos testemunhos alcançaram as maiores resistências (Curva B), apenas no intervalo destacado em vermelho na Figura 2.77 (que antecede os três meses e o término de um ano) é que os testemunhos apresentaram resistências acima da resistência obtida aos 28 dias com corpo de prova moldado ($f_{ck,est} = 38 \text{ MPa}$), pois após esse período a resistência foi menor.

Ademais, é de se apontar que em todas as outras estruturas (Curvas C a E), nenhum dos respectivos testemunhos **sequer atingiu** a resistência obtida aos 28 dias com corpo de prova moldado ($f_{ck,est} = 38 \text{ MPa}$).

Semelhante resultado foi obtido por R. L. Yuan *et al.* [2.101] *apud* Neville (2016, p. 641) a partir de ensaios realizados em testemunhos extraídos de pilares com concreto de alta resistência e curados com uma película de cura. A conclusão foi que a resistência dessas amostras, conquanto aumentem com a idade, **permanece menor** do que a resistência de corpo de prova moldado aos 28 dias ($f_{ck,est} = 80,4 \text{ MPa}$), consoante se nota na Tabela 2.19.

Tabela 2.19 – Desenvolvimento da resistência de testemunhos extraídos de pilares com concreto de alta resistência e curados com película de cura.

Idade (dias)	Resistência à ruptura à compressão		Relação entre a resistência do testemunho e a resistência do corpo de prova aos 28 dias
	Corpos de prova moldados ($f_{ck,est}$)	Testemunhos extraídos ($f_{ci,ext,initial}$)	
7	66,0 MPa	57,9 MPa	0,72
28	80,4 MPa	58,5 MPa	0,73
56	86,0 MPa	61,2 MPa	0,76
180	97,9 MPa	70,6 MPa	0,88
365	101,3 MPa	75,4 MPa	0,94

Fonte: R. L. Yuan *et al.* [2.101] *apud* Neville (2016, p. 643).

Logo, pode-se afirmar que, ao contrário do senso comum, as estruturas *in loco* com vários meses de idade terão resistência **menores** do que aquelas resultantes dos ensaios de compressão de corpos de prova rompidos aos 28 dias.

Pois bem, serão acostadas na Tabela 2.20 as resistências obtidas pelo IST/DF referentes aos testemunhos extraídos nas “quarta” e “quinta” campanhas e aos respectivos corpos de prova rompidos aos 28 dias, bem como os intervalos de tempo entre a moldagem dos corpos de prova (data de concretagem dos respectivos elementos estruturais) e a ruptura dos testemunhos.

Tabela 2.20 – Resistências de e intervalos de tempo entre as moldagens dos corpos de prova e as extrações dos testemunhos.

Elemento Estrutural	Corpos de Prova Moldados		Testemunhos Extraídos					
	Durante a Obra		4ª Campanha (IST/DF)			5ª Campanha (IST/DF)		
	Resistência ($f_{ck,est}$)	Data de Moldagem	Resistência ($f_{ci,ext,pot}$)	Data de Ruptura	Intervalo	Resistência ($f_{ci,ext,pot}$)	Data de Ruptura	Intervalo
Laje do Tabuleiro (Eixo 2-3) da OAE 9	28,4 MPa	17/8/22				40,7 MPa	17/8/23	365 dias
Pilar P1 da OAE 9	25,3 MPa	20/5/22	32,2 MPa	3/8/23	440 dias			
Pilar P3 da OAE 9	25,3 MPa	20/5/22				41,1 MPa	17/8/23	454 dias
Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 9	21,2 MPa	16/5/22	29,7 MPa	3/8/23	444 dias			
Viga Longarina VL1 da OAE 9	31,9 MPa	20/5/22				44,2 MPa	17/8/23	454 dias
Viga Longarina VL12 da OAE 9	33,2 MPa	13/6/22				43,4 MPa	17/8/23	430 dias
Viga Longarina VL14 da OAE 9	33,0 MPa	14/5/22				38,8 MPa	17/8/23	460 dias
Viga Longarina VL4 da OAE 8	34,9 MPa	16/3/22	42,0 MPa	3/8/23	505 dias			
Viga Longarina VL8 da OAE 9	31,9 MPa	6/5/22	41,7 MPa	3/8/23	454 dias			
Vigas Transversina T2 da OAE 9	33,6 MPa	8/7/22	34,2 MPa	3/8/23	391 dias			
Vigas Transversina T4 da OAE 9	33,6 MPa	8/7/22	35,3 MPa	3/8/23	391 dias			

Assim sendo, repare-se da Tabela 2.20 que **todos** os testemunhos das “quarta” e “quinta” campanhas foram extraídos **a partir de 365 dias** da data de concretagem dos respectivos elementos estruturais e que todos eles forneceram resistências **superiores** às respectivas resistências dos corpos de prova que haviam sido rompidos aos 28 dias.

Logo, com base na conclusão extraída da Figura 2.77, segundo a qual, na melhor das hipóteses executivas (Curva B), a resistência dos testemunhos extraídos de uma estrutura concretada há mais de 364 dias não superaria a resistência obtida do corpo de prova rompido aos 28 dias, pode-se então concluir que, de fato, os resultados dos corpos de prova não representam fielmente as resistências dos concretos dos elementos estruturais, isto é, não representam a resistência real da estrutura acabada *in loco*.



Essa situação poderia ser explicada por alguma falha no processo de moldagem ou de ruptura dos corpos de prova, *e.g.*, ou ainda os corpos de prova poderiam ter sido movimentados durante a pega, curados de forma inadequada ou a máquina de teste (prensa) poderia estar com defeito (NEVILLE, 2016, p. 638; e NEVILLE e BROOKS, 2010, p. 305).

No entanto, há duas condicionantes para que se repute como verdadeira a conclusão de que os corpos de prova não refletem a real resistência dos elementos estruturais, quais sejam: a) os resultados dos testemunhos são verídicos; e b) os testemunhos foram extraídos de regiões do elemento estrutural que contenha exatamente o concreto da betonada utilizada para a moldagem dos corpos de prova. Salienta-se que a equipe de auditoria não teve condições de confirmar o atendimento de qualquer uma dessas condicionantes, pelos motivos expostos na sequência, sendo assim, não pode, *de plano*, considerá-las como cumpridas.

No que diz respeito à primeira condicionante, tem-se que, como mencionado no relato, os relatórios de ensaios dos testemunhos das “quarta” e “quinta” campanhas não contêm código de autenticidade, o que impossibilita a conferência da veracidade das informações apenas com os elementos acostados aos autos. Soma-se a isso o fato, também já consignado no relato, de que o IST/DF fora contratado pelo próprio executante para a realização dos ensaios nos testemunhos, ou seja, de acordo com a sistemática de disponibilização de resultados pelo IST/DF descrita no Ponto de Auditoria 3.1.1, os relatórios originais foram encaminhados diretamente para o *e-mail* do executante. Frise-se que a equipe de auditoria considera **remoto** o não cumprimento dessa primeira condicionante, vez que a SODF acompanhou o processo de extração, de ensaio e de emissão de resultado dos testemunhos, além de já ter conhecimento da prática do executante de adulterar informações de documentos técnicos, conforme evidenciado no Ponto de Auditoria 3.1.1.

Em relação à segunda condicionante, tem-se que ela também não pode ser dada como cumprida pela equipe de auditoria, pois, como relatado, os relatórios dos ensaios do IST /DF acostados aos autos não contiveram as fotos do processo de extração dos testemunhos, não sendo possível assim confirmar que a extração ocorreu nos exatos locais indicados pela supervisora em seus mapas de extração. Indo além, a equipe de auditoria sequer teve condições de conferir a pertinência dos locais de extração indicados pela supervisora, vez que não esteve presente durante a concretagem de todos os elementos estruturais dos Viadutos do Sudoeste e, assim, não teve condições de realizar o mapeamento do lançamento do concreto de todos os elementos estruturais.

Caso essa última condicionante não tenha sido cumprida, estar-se-á diante de uma situação crítica, qual seja: de não se ter conhecimento da resistência do concreto na estrutura nos

locais em que os corpos de prova indicaram resistências aquém das de projeto, com a possibilidade de que falhas nos processos de adensamento, cura ou desforma do elemento estrutural, tenham resultado em resistências ainda inferiores para o concreto lançado na estrutura.

A criticidade desse cenário está no fato de que isso poderia colocar em questão a conclusão de ambos os projetistas (projetista revisor e projetista representante da supervisora) a respeito da segurança dos viadutos, pois as resistências consideradas em seus cálculos foram limitadas às indicadas nos ensaios dos corpos de prova aos 28 dias.

Ante o exposto, a questão remanesce em aberto, razão pela qual **se faz imprescindível haver a manifestação do projetista original ou, diante de sua recusa, de outro profissional técnico habilitado e independente das partes envolvidas**, uma vez que foram postos em xeque até mesmo os resultados dos corpos de prova que balizaram inicialmente este achado de auditoria. Por isso, a recomendação “R.4” do IAC (renumerada para “R.7” neste relato final) será mantida para fins de acompanhamento de seu atendimento por esta CGDF.

Recomendação “R.5” do IAC

Com relação à recomendação “R.5” do IAC, a SODF também se pronunciou a partir da manifestação da fiscalização, *in verbis*:

Propostas de recomendações e orientações Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

[...]

R.5) De posse dos relatórios conclusivos dos projetistas estruturais mencionados na Recomendação R.4, expedir relatório conclusivo quanto à aceitação ou não das estruturas dos viadutos, como condição para o recebimento do empreendimento, nos termos do art. 73 da Lei Federal nº 8.666/1993;

Fiscalização:

De posse dos relatórios técnicos do projetista do Consórcio e do projetista da Supervisora do contrato, sendo estes os profissionais habilitados e capazes de expedir relatórios quanto a segurança e durabilidade das estruturas, esta fiscalização não vê óbice na aceitação dos elementos estruturais executados nos viadutos da OAE 08 e 09. (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

No que diz respeito ao atendimento do requisito da durabilidade, observe-se que no conjunto da “quarta” com a “quinta” campanhas de extrações de testemunhos (Tabela 2.20) não foram avaliados todos os elementos estruturais cujos resultados dos ensaios dos corpos de prova ensaiados aos 28 dias ($f_{ck,est}$) haviam indicado resistências características do concreto à compressão inferiores às mínimas ($f_{ck,min}$) previstas na NBR 6118 da ABNT – de 30 MPa (Classe C30) para elementos confeccionados em concreto protendido e de 25 MPa (Classe C25) para elementos em concreto armado –, conforme Tabela 2.10.



Assim sendo, como os únicos resultados das resistências do concreto de todos os elementos estruturais indicados na Tabela 2.10, com exceção da Viga de Coroamento do Eixo 3 da OAE 9, não tiveram contraprova por meio de testemunhos, remanesce a conclusão inicial da equipe de auditoria registrada no IAC, qual seja, de que, para tais elementos estruturais das OAE 8 e 9, **não foi atendido o requisito da durabilidade**, em desfavor da conclusão da fiscalização da SODF, de que “*as OAE's 08 e 09 mantinham seus requisitos de segurança, durabilidade, vida útil, integridade asseguradas*” (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso).

Ademais, em que pese a fiscalização ter registrado na sua manifestação que “*não vê óbice na aceitação dos elementos estruturais executados nos viadutos da OAE 08 e 09*”, por estar arrimada nos “*relatórios técnicos do projetista do Consórcio e do projetista da Supervisora do contrato*”, a equipe de auditoria entende que, face à situação atual de esclarecimento dos fatos, em que se demonstrou a não garantia do requisito de durabilidade de alguns elementos das estruturas dos viadutos do Sudoeste, a SODF deve reavaliar seu posicionamento quanto à aceitação ou não desses elementos, para posterior recebimento do empreendimento.

De toda forma, caso nessa nova avaliação a SODF ainda se posicione pela aceitação dos elementos estruturais na condição posta, isto é, com resistências inferiores às mínimas estabelecidas na NBR 6118 da ABNT para atendimento do requisito da durabilidade, deverá, ao menos, proceder ao cálculo do superfaturamento por qualidade em decorrência da redução da vida útil desses elementos, e, por consectário lógico, do empreendimento. Para tanto, poderá valer-se da metodologia prevista na Orientação Técnica – OT IBR nº 005/2012 do IBRAOP, em especial a do subitem 5.2.1.4 “*perda econômica decorrente da redução da vida útil*”, onde deverá estabelecer, para o caso em concreto, parâmetros econômicos objetivos relacionando a perda da vida útil com a não conformidade observada na execução do serviço.

Ademais, como a recomendação “R.5” do IAC refere-se à expedição de um relatório conclusivo por parte da SODF, após estar de posse dos relatórios conclusivos dos projetistas estruturais mencionados na atual recomendação “R.7”, quais sejam, o projetista original e o projetista revisor, ela será mantida (porém, renumerada para “R.8” neste relato final) para fins de acompanhamento de seu atendimento por esta CGDF.

Recomendação “R.6” do IAC

Já com respeito à recomendação “R.6” do IAC, igualmente a Secretaria, a partir dos executores do contrato, aduziu:

Propostas de recomendações e orientações Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

[...]



R.6) Acostar aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, referente à contratação da obra, os relatórios conclusivos do projetista original, do projetista revisor e da SODF (indicados nas Recomendações R.4 e R.5), em até 10 dias após a expedição de cada um dos referidos documentos; e

Fiscalização:

Atendido. (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Pede-se vênia, mas a afirmação de que a recomendação “R.6” do IAC foi atendida é falsa, pois, até a presente data, nem o “*Relatório Preliminar do Projetista [Revisor]*”, contendo a “*Memória de cálculo*” de “*Verificação das estruturas*” (SEI nº 117133060, p. 2/129), nem o “*LAUDO TÉCNICO DOS FCK’s NÃO CONFORMES*” do projetista representante da supervisora (SEI nº 119961727) foram acostados aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, referente à contratação da obra. Lembrando que o memorial de cálculo do projetista revisor não foi sequer conclusivo, na medida que dependeria de um especialista interpretá-lo para expressar a conclusão.

Por isso, a referida recomendação (renumerada para “R.9” neste relato final) será mantida para fins de acompanhamento de seu atendimento por esta CGDF.

Recomendação “R.7” do IAC

E, por fim, no tocante à recomendação “R.7” do IAC, a fiscalização informou o que segue:

Propostas de recomendações e orientações Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

[...]

R.7) Acrescentar etapa, na rotina de instrução dos processos de pagamentos, de expedição de relatório técnico em que se avalie materialmente a conformidade dos resultados de ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato, como condição para a emissão do atestado de execução dos serviços, em detrimento do controle meramente formal”

Fiscalização:

Em atendimento. Será sugerida a elaboração de circular para aperfeiçoar tal procedimento. (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Como a fiscalização reconheceu que a rotina está “*Em atendimento*”, a recomendação inicial “R.7” (renumerada para “R.10” neste relato final) será mantida para fins de acompanhamento de seu atendimento por esta CGDF.



Causa

Em 2022:

Falha da fiscalização pela mera conferência formal dos resultados de ensaios de controle tecnológico entregues pelo executante, sem que se tenha sido feita nenhuma análise de conformidade.

Consequência

- a) Risco de insuficiência de resistência de algumas peças estruturais dos viadutos;
- b) Possibilidade de redução da vida útil das estruturas dos viadutos; e
- c) Potencial superfaturamento por qualidade.

Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

- R.7) Formular, no prazo de 60 dias, consulta formal ao projetista original e ao projetista revisor (vide tópico “*O que deve ser feito*” às fls. 154/161) para que expeçam relatório conclusivo quanto ao atendimento ou não dos critérios de qualidade das estruturas de concreto dos viadutos do Sudoeste, em especial o da segurança (capacidade resistente) e o da durabilidade, tendo em vista as constatações evidenciadas neste Ponto de Auditoria;
- R.8) De posse dos relatórios conclusivos dos projetistas estruturais mencionados na Recomendação “R.7”, expedir relatório conclusivo quanto à aceitação ou não das estruturas dos viadutos, como condição para o recebimento do empreendimento, nos termos do art. 73 da Lei Federal nº 8.666/1993;
- R.9) Acostar aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, referente à contratação da obra, os relatórios conclusivos do projetista original, do projetista revisor e da SODF (indicados nas Recomendações “R.7” e “R.8”), em até 10 dias após a expedição de cada um dos referidos documentos; e
- R.10) Acrescentar etapa, na rotina de instrução dos processos de pagamentos, de expedição de relatório técnico em que se avalie materialmente a conformidade dos resultados de ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato, como condição para a emissão do atestado de execução dos serviços, em detrimento do controle meramente formal.



3.1.3. SUPERFATURAMENTO POR SUPERDIMENSIONAMENTO DE ARMADURAS DAS ESTACAS MOLDADAS "IN LOCO"

Classificação da falha: Tipo C

Durante a aplicação de técnicas de auditoria (notadamente a da conferência de cálculos[3.1]) nos itens de serviços afetos à execução das fundações arrolados na Tabela 1 da Introdução, detectou-se:

1. Superfaturamento por superdimensionamento no item nº 5 – “*ARMAÇÃO DE ESTACA ESCAVADA OU PAREDE DIAFRAGMA EM AÇO CA-50 COM APOIO DE GUINDASTE – FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO*” (Código 2306076 modificado do SICRO); e
2. Subfaturamento por preço no item nº 10 – “*CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)*” (Código 1524 do SINAPI).

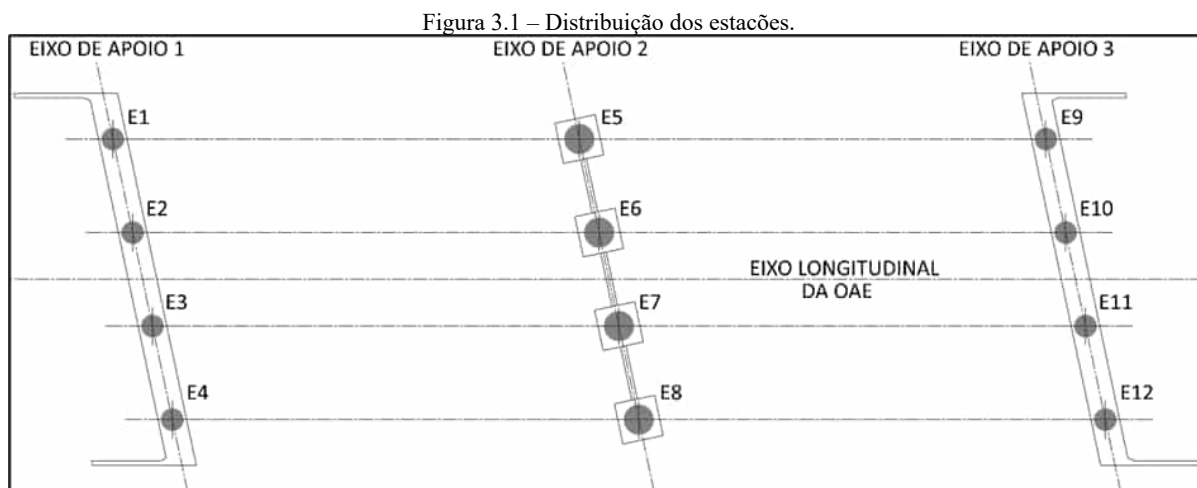
Particularmente, o superfaturamento por superdimensionamento é o dano provocado ao patrimônio da Administração caracterizado pelo superdimensionamento de projetos, estipulando dimensões, quantidades ou qualidades de materiais ou serviços além das necessárias segundo práticas e normas de Engenharia vigentes à época do projeto[3.2]. Por sua vez, o subfaturamento por preço é o dano ao contratado caracterizado pelo pagamento de obras, bens e serviços por preços manifestamente inferiores aos tomados como paradigma[3.3].

Assim, verificou-se que esses itens de serviço foram realizados, medidos, atestados e pagos nas 7ª e 8ª medições, consoante se nota, respectivamente, nos Processos SEI nºs 00110-00000868/2022-40 e 00110-00001181/2022-21, cujas quantidades podem ser consultadas no “*Memorial descritivo*” dos respectivos processos de medição (SEI nº 81780299, p. 5/6; e nº 83846385, p. 6/8).

Superfaturamento por superdimensionamento das armaduras das estacas

As fundações das OAE 8 e 9 contemplam um total de 24 estacas de concreto moldadas *in loco*, mais precisamente, estacas escavadas com uso de fluido estabilizante, que, por possuírem uma seção circular (diâmetro), são chamadas de estacões ou estacas de grande diâmetro (subitem IV.1 do Anexo IV).

Basicamente, a distribuição em planta dos estações das OAE 8 e 9 é a mesma, alterando apenas a locação no terreno. Desse modo, a fundação é distribuída ao longo de três eixos de apoio da OAE, sendo que cada eixo comporta quatro estações (Figura 3.1).



(a) Projeto das OAE 8 e 9.



(b) Execução da OAE 8.

Fonte: (a) Adaptado da “*FOLHA 04/16*”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045797); (b) *Google Earth* (29.5.2022).

Precisamente, os Eixos 1 e 3 são constituídos de encontros[2.9] formados por vigas de coroamento sobre quatro estações com 1,20 m de diâmetro (Figura 3.2). O Eixo 1 é composto dos Estações E1, E2, E3 e E4, e o Eixo 3 é formado pelos Estações E9, E10, E11 e E12. A seu turno, o Eixo 2 possui quatro blocos de coroamento[2.4] interligados por vigas de travamento[2.5] sob os quais há estações com 1,60 m de diâmetro (E5, E6, E7 e E8) (Figura 3.3).

Figura 3.2 – Etapas da execução de uma viga de coroamento.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Figura 3.3 – Etapas da execução de blocos de coroamento interligados por vigas de travamento.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Sumária e juntamente com essas informações, seguem os comprimentos (profundidades) dos estacões, previstos tanto no projeto executivo original quanto no projeto executivo readequado em fase de obra (ver Anexo I):

Tabela 3.1 – Dimensões das estações das OAE 8 e 9 segundo as duas versões dos projetos executivos.

OAE 8						OAE 9					
Eixo	Estação	Diâmetro (m)	Profundidade (m)			Eixo	Estação	Diâmetro (m)	Profundidade (m)		
			Proj. Original (A)	Proj. Readeq. (B)	Alteração (C = B - A)				Proj. Original (A)	Proj. Readeq. (B)	Alteração (C = B - A)
1	E1	1,20	26,39	26,00	-0,39	1	E1	1,20	25,48	27,00	1,52
	E2	1,20	26,39	26,00	-0,39		E2	1,20	25,48	27,00	1,52
	E3	1,20	26,39	26,00	-0,39		E3	1,20	25,48	27,00	1,52
	E4	1,20	26,39	26,00	-0,39		E4	1,20	25,48	27,00	1,52
2	E5	1,60	23,63	23,00	-0,63	2	E5	1,60	23,12	23,00	-0,12
	E6	1,60	23,63	23,00	-0,63		E6	1,60	23,12	23,00	-0,12
	E7	1,60	23,63	23,00	-0,63		E7	1,60	23,12	23,00	-0,12
	E8	1,60	23,63	23,00	-0,63		E8	1,60	23,12	23,00	-0,12
3	E9	1,20	25,61	28,00	2,39	3	E9	1,20	23,63	27,00	3,37
	E10	1,20	25,61	28,00	2,39		E10	1,20	23,63	27,00	3,37
	E11	1,20	25,61	28,00	2,39		E11	1,20	23,63	27,00	3,37
	E12	1,20	25,61	28,00	2,39		E12	1,20	23,63	27,00	3,37

Fontes: “PRANCHA 02/17”, do projeto executivo original (SEI nº 38855502, p. 156, e SEI nº 38855542, p. 147), bem como “FOLHA 04/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 74547613, p. 211).

Perceba-se da Tabela 3.1 que houve alteração da totalidade das profundidades dos estações em relação ao projeto executivo original, apesar de terem sido mais significativas apenas as do Eixo 3 da OAE 8 e as dos Eixos 1 e 3 da OAE 9. Quanto a isso, informa-se que tais alterações estão amparadas na realização de nova campanha de sondagens empreendida pelo executante (SEI nº 71501925, p. 15/61).

Em acréscimo, consigna-se que foram encontradas três versões de memoriais de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra, quais foram, os documentos sob protocolos SEI nºs 71393028 (ou 74547613), 81045746 e 94287093. Sendo que, para fins de auditoria, foi considerada a última versão, por ter sido a mais atualizada a que a equipe teve acesso[3.4].

De acordo com o referido documento, as armaduras longitudinais necessárias para armar os estações consistiam em:

Figura 3.4 – Arranjos de armaduras longitudinais previstos no projeto executivo readequado em fase de obra.

Adotar para todas as Estacas	15	Ø	20 mm
-------------------------------------	-----------	----------	--------------

(a) Eixos 1 e 3, das OAE 8 e 9.



Adotar para todas as Estacas	26	Ø	20 mm
-------------------------------------	-----------	----------	--------------

(b) Eixo 2, das OAE 8 e 9.

Fonte: Excertos do memorial de cálculo (SEI nº 94287093, p. 182, 187, 192, 197, 202 e 207).

Ou seja, para os estacões dos Eixos 1 e 3, seriam necessárias 15 barras de aço com diâmetro de 20 *mm*, enquanto que, para os estacões do Eixo 2, 26 barras de 20 *mm*. Todavia, conforme se verá, apesar de o memorial ter especificado os arranjos dispostos na Figura 3.4 (que são as armaduras mínimas exigidas pela NBR 6122 da ABNT), as estacas foram executadas com mais aço do que o necessário.

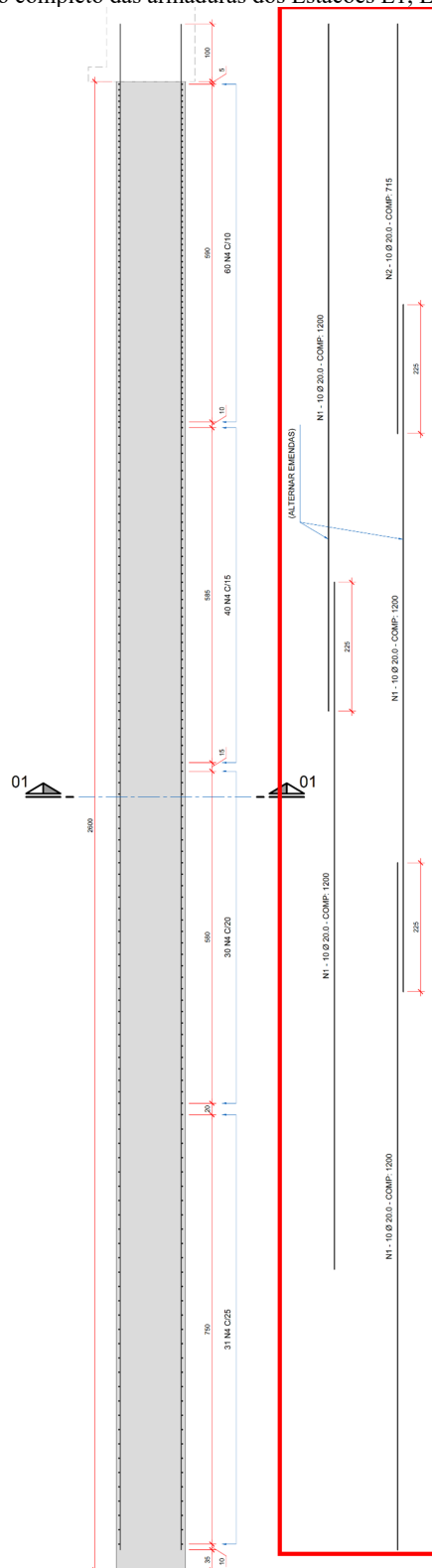
Como a informação contida no memorial de cálculo é eminentemente técnica, decidiu-se deitar luzes àquilo que estava ao alcance da equipe de auditoria, não apenas como forma de conferir os cálculos efetuados, mas também para amplificar a transparência, que é própria dos atos e contratos administrativos. Por isso, caso o leitor tenha interesse, sugere-se recorrer ao Anexo V para conferir o desenvolvimento do cálculo estrutural dos Estacões E1 e E4, ambos do Eixo 1, da OAE 8, bem como as causas para ter havido o superfaturamento por superdimensionamento que ora se discute.

Para demonstrar de que maneira se deu a apuração do prejuízo financeiro ao patrimônio da Administração Pública, recorre-se inicialmente ao agrupamento dos Estacões E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1 – OAE 8), já que estão demonstrados os cálculos dos Estacões E1 e E4 no Anexo V.

Acerca do agrupamento de elementos estruturais nas pranchas de desenho[3.5], salienta-se que ele se deve basicamente à existência de dois requisitos: mesma geometria (seção transversal, apoios, comprimentos, vãos) e esforços solicitantes similares. Em sendo cumpridos ambos os requisitos, dois ou mais elementos estruturais podem ser igualados, de modo que apenas um único detalhamento (desenho para execução) possa ser apresentado na prancha das armaduras. Com isso, reduz-se o número de pranchas apresentadas. Essa é uma prática bastante comum e desejada nos projetos estruturais.

Assim, o detalhamento das armaduras dos Estacões E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) é único e pode ser visto a seguir:

Figura 3.5 – Detalhamento completo das armaduras dos Estações E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).

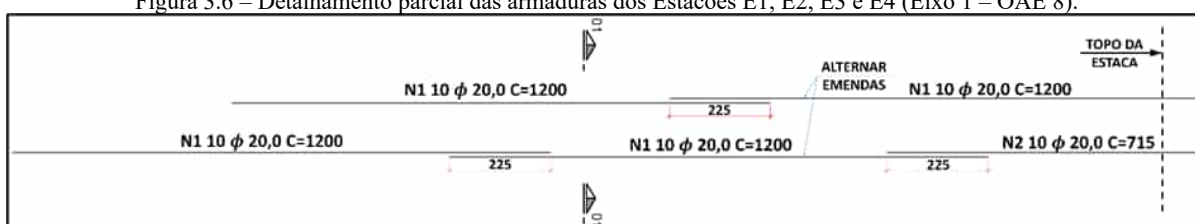


Fonte: Excerto adaptado da “*FOLHA 10/16*”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045780).

Observe-se da Figura 3.5 que o detalhamento completo indica a disposição das armaduras ao longo do fuste[3.6] de cada um dos Estações E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1 – OAE 8), cujas informações pormenorizadas encontram-se dispostas na região destacada em vermelho à direita do desenho.

A fim de facilitar a visualização dessas informações, decidiu-se rotacionar as representações das barras e destacá-las em um detalhamento parcial onde o topo das estacas encontra-se na “linha tracejada” à direita da Figura 3.6.

Figura 3.6 – Detalhamento parcial das armaduras dos Estações E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).



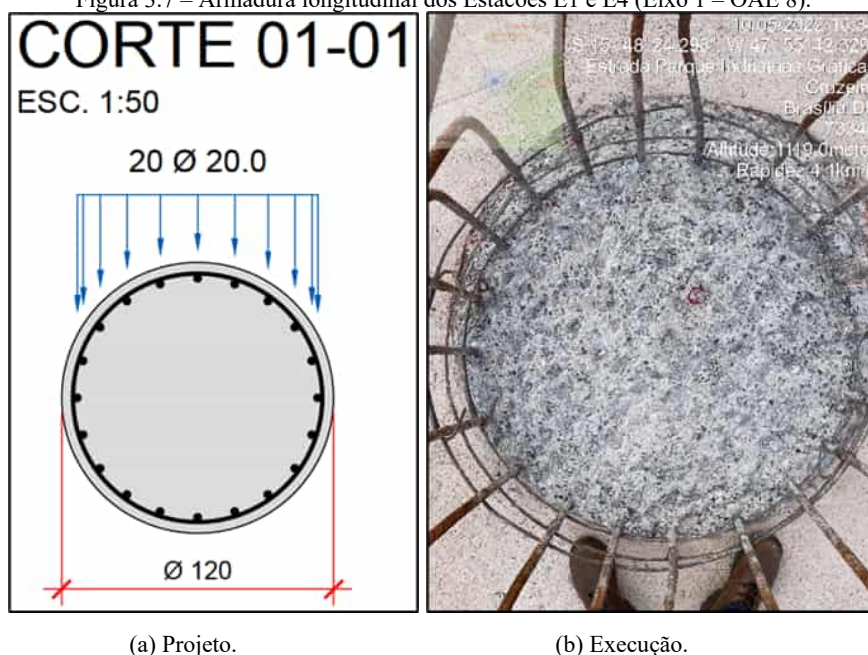
Fonte: Excerto adaptado da “*FOLHA 10/16*”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045780).

Note-se que as barras longitudinais estão representadas, de acordo com a NBR 7191 da ABNT, pelo seu eixo, com linhas cheias. Atente-se também que são indicadas as respectivas numerações (“N”), as quantidades, as bitolas (“ ϕ ”), os comprimentos unitários (“C”) e as emendas de 225 cm.

Ademais, repare-se do detalhamento parcial (Figura 3.6) que os Estações E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) foram armados com barras longitudinais de numerações “N1” e “N2”, com bitolas de $\phi 20,0$ mm e comprimentos unitários respectivos de $C = 1200$ cm e $C = 715$ cm, sendo que cada linha representativa de barra possui 10 unidades.

Não obstante o próprio memorial dispor que o alojamento de 15 $\phi 20,0$ mm devesse ser adotado (Figura 3.4a), nota-se do detalhamento das armaduras (Figura 3.6) que foram alojadas 20 $\phi 20,0$ mm como armadura longitudinal, isto é, cinco barras a mais, consoante ilustrado simplificado no “*CORTE 01-01*” da referida prancha de desenho (Figura 3.7a), como também na execução (Figura 3.7b).

Figura 3.7 – Armadura longitudinal dos Estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).



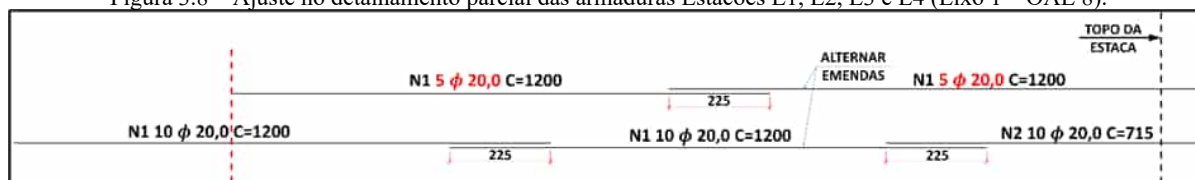
(a) Projeto.

(b) Execução.

Fonte: (a) excerto da “*FOLHA 10/16*”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045780); (b) registro fotográfico da equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Assim sendo, ao suprimir a armadura excedente, tem-se:

Figura 3.8 – Ajuste no detalhamento parcial das armaduras Estações E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).



Fonte: Excerto adaptado da “*FOLHA 10/16*”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045780).

Ou seja, ao longo do fuste da estaca, até a profundidade representada pela linha tracejada vermelha à esquerda da Figura 3.8, em todas as seções transversais, a estaca será armada com um arranjo de $15 \phi 20,0 \text{ mm}$, que é a armadura longitudinal mínima prevista na NBR 6122 da ABNT.

Só que, diferentemente do projeto estrutural, que lida com as quantidades de aço mediante a “área” (em cm^2), os orçamentos usualmente tratam das quantidades de armaduras mediante o “peso” (em kg), cuja conversão de unidades de medida será feita a seguir.

Sabendo-se que a massa específica do aço de armadura passiva, segundo a NBR 6118 da ABNT, pode ser adotada como sendo de $\rho_y = 7.850 \text{ kg/m}^3$ [3.7], bem como ao comparar os detalhamentos parciais da Figura 3.6 e da Figura 3.8, conclui-se que, para uma estaca, houve a

supressão de um total de barras $Q = 10$, com numeração “NI”, bitola $\phi = 0,02\text{ m}$ e comprimento $C = 12,00\text{ m}$, que perfazem um “peso” de aço excedente (P) igual a:

$$P = \rho_y \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2 \cdot Q \cdot C \quad (3.1)$$

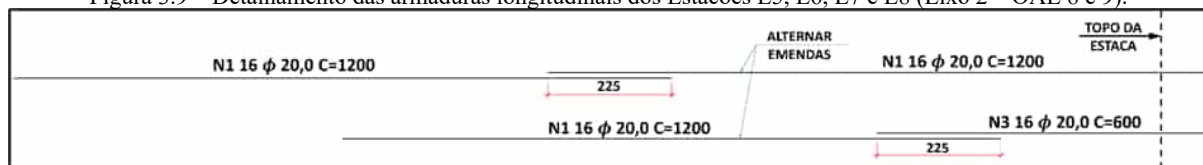
$$P = 7.850\text{ kg/m}^3 \cdot \pi \cdot \left(\frac{0,02}{2}\right)^2 \cdot 10 \cdot 12,00 = 295,94\text{ kg} \quad (3.2)$$

Antes de prosseguir, é válido salientar que, não obstante haver diferenças de profundidades dos Estacões E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1), bem como dos Estacões E9, E10, E11 e E12 (Eixo 3), das OAE 8 e 9 (Tabela 3.1), os arranjos de armaduras de todos eles são exatamente iguais. Já em relação aos Estacões E5, E6, E7 e E8, do Eixo 2, das OAE 8 e 9, além de possuírem as mesmas profundidades, também apresentam os mesmos arranjos de armaduras.

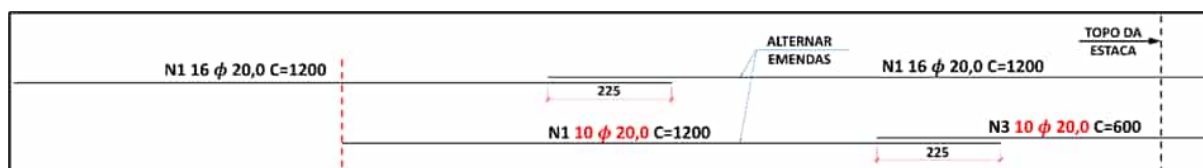
Considerando esse fato, a análise se torna simplificada, pois o “peso” de armadura excedente obtido pela Eq. (3.2) pode ser replicado para a totalidade das estacas dos Eixos 1 e 3, das OAE 8 e 9.

Por seu turno, ao reproduzir o mesmo procedimento para o detalhamento das armaduras dos Estacões E5, E6, E7 e E8 (Eixo 2 – OAE 8 e 9), de maneira que, ao longo do fuste das estacas, a seção seja armada com um arranjo de 26 $\phi 20,0\text{ mm}$, que é a armadura longitudinal mínima prevista na NBR 6122 da ABNT, obtém-se:

Figura 3.9 – Detalhamento das armaduras longitudinais dos Estacões E5, E6, E7 e E8 (Eixo 2 – OAE 8 e 9).



(a) Detalhamento conforme projeto.



(b) Detalhamento ajustado.

Fonte: Excerto adaptado da “FOLHA 10/16”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045780).

Assim, notando-se da Figura 3.9 que foi suprimido um total de barras $Q = 6$, com numeração “NI”, bitola $\phi = 0,02 m$ e comprimento $C = 12,00 m$, bem como de $Q = 6$, com numeração “N3”, bitola $\phi = 0,02 m$ e comprimento $C = 6,00 m$, ao recorrer à Eq. (3.1), obtém-se um “peso” de aço excedente (P), para uma estaca, igual a **266,34 kg**.

Obtido o quantitativo de aço excedente, resta tecer comentários quanto ao preço unitário do item “*ARMAÇÃO DE ESTACA ESCAVADA OU PAREDE DIAFRAGMA EM AÇO CA-50 COM APOIO DE GUINDASTE – FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO*” (Código 2306076 modificado do SICRO).

Inicialmente, o custo unitário ofertado pelo executante foi de R\$ 6,22 (SEI nº 59507598, p. 12). Acontece que com o andamento da obra, houve a pactuação do Segundo Termo Aditivo ao Contrato nº 020/2021 – SODF, em 29/12/2021, que o alterou financeiramente na forma de reequilíbrio econômico-financeiro (SEI nº 76971405). Por conseguinte, o custo unitário suscitado pelo executante (SEI nº 75311010, p. 69) e avalizado pela área técnica (SEI nº 76019678) aumentou para R\$ 10,87. Logo, ao computar o BDI de 20,34% (SEI nº 59507786, p. 94), chega-se a um preço unitário de **R\$ 13,08**.

Portanto, diante dos quantitativos de aço excedentes obtidos para as estacas individuais e do preço unitário supracitado, constata-se um superfaturamento por superdimensionamento apurado de **R\$ 89.810,75**, consoante disposto na Tabela 3.2:

Tabela 3.2 – Superfaturamento por superdimensionamento apurado pela equipe de auditoria.

OAE 8					OAE 9				
Eixo	Estação	Quant. Excedente (A)	Preço Unitário (B)	Superfaturamento (C = A x B)	Eixo	Estação	Quant. Excedente (A)	Preço Unitário (B)	Superfaturamento (C = A x B)
1	E1	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15	1	E1	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
	E2	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15		E2	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
	E3	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15		E3	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
	E4	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15		E4	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
2	E5	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04	2	E5	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04
	E6	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04		E6	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04
	E7	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04		E7	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04
	E8	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04		E8	266,34 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.484,04
3	E9	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15	3	E9	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
	E10	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15		E10	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
	E11	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15		E11	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
	E12	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15		E12	295,94 kg	R\$ 13,08	R\$ 3.871,15
Total				R\$ 44.905,37	Total				R\$ 44.905,37



Segundo a Orientação Técnica – OT – IBR 005/2012, do IBRAOP, o superfaturamento por superdimensionamento só pode ser imputado ao construtor diante de duas hipóteses: quando houver fortes indícios desse mecanismo de fraude ou nos casos em que o contratado seja o responsável pela autoria do projeto superdimensionado[3.8]. Sendo assim, como se nota do Anexo I que o projeto executivo readequado em fase de obra foi **subcontratado** pelo executante, tem-se o enquadramento dessa modalidade de dano ao erário em decorrência da segunda hipótese.

Corroborando nesse sentido o fato de o autor do projeto readequado ter tido conhecimento da alteração da classe de resistência do concreto preconizado pela antiga NBR 6122:2010 da ABNT (vigente à época da elaboração do projeto executivo original), razão pela qual, mesmo tendo se equivocado na primeira versão do memorial de cálculo (Figura V.20 do Anexo V), a corrigiu (Figura V.21 do Anexo V) para contemplar as armaduras mínimas previstas na NBR 6122:2019 da ABNT (Figura 3.4).

Desse modo, entende-se que o custo pela adoção de armaduras acima do preconizado pela norma não deve ser suportada pela Administração Pública.

Subfaturamento por preço envolvendo a classe de resistência do concreto

Ainda durante a análise dos itens de serviços arrolados na Tabela 1 da Introdução, mais especificamente do item nº 10, “*CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)*” (Código 1524 do SINAPI), verificou-se que o orçamento base (SEI nº 50505294) previu que os estáções deveriam ser executados com um concreto de classe de resistência C20 ($f_{ck} = 20 MPa$), inferior ao especificado pela NBR 6122 da ABNT, como demonstrado no subitem V.3 do Anexo V. Por consequência, houve subfaturamento dos serviços realizados, medidos e pagos nas 7ª e 8ª medições.

Como forma de proceder ao devido ajuste em favor do executante, sabendo-se que a classe de resistência correta é a C30 ($f_{ck} = 30 MPa$), recorreu-se ao custo unitário contratado de R\$ 284,28 do item “*CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C30, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)*” (Código 1525 do SINAPI), previsto para a execução das vigas travessas de apoio das longarinas e dos pilares da mesoestrutura (SEI nº 59507598, p. 13). E, ao computar o BDI de 20,34%, chega-se ao preço unitário contratado de **R\$ 342,10**.

Assim, diante das quantidades (volumes dos estações) previstas no projeto executivo readequado em fase de obra, encontra-se um subfaturamento de **R\$ 13.978,66**, consoante elucidado na Tabela 3.3:

Tabela 3.3 - Subfaturamento decorrente da classe de resistência prevista para o concreto dos estações.

OAE 8						OAE 9					
Eixo	Estação	Volume (A)	Preço Unitário Devido (B)	Preço Unitário Pago (C) (*)	Subfaturamento [D = A x (B - C)]	Eixo	Estação	Volume (A)	Preço Unitário Devido (B)	Preço Unitário Pago (C) (*)	Subfaturamento [D = A x (B - C)]
1	E1	29,41 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 478,78	1	E1	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
	E2	29,41 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 478,78		E2	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
	E3	29,41 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 478,78		E3	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
	E4	29,41 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 478,78		E4	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
2	E5	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95	2	E5	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95
	E6	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95		E6	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95
	E7	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95		E7	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95
	E8	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95		E8	46,24 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 752,95
3	E9	31,67 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 515,61	3	E9	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
	E10	31,67 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 515,61		E10	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
	E11	31,67 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 515,61		E11	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
	E12	31,67 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 515,61		E12	30,54 m ³	R\$ 342,10	R\$ 325,82	R\$ 497,19
Totais		429,27 m³	-	-	R\$ 6.989,33	Totais		429,27 m³	-	-	R\$ 6.989,33

(*) O preço unitário efetivamente pago pela Administração de R\$ 325,82 decorre do cômputo do BDI de 20,34% no custo unitário contratado de R\$ 270,75 (SEI nº 59507598, p. 12).

A título de esclarecimento, a obtenção do volume dos estações (V) se dá a partir dos diâmetros dos fustes (h) e das profundidades das estacas (L), previstos na Tabela 3.3, por meio da seguinte equação:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{h}{2}\right)^2 \cdot L \quad (3.3)$$



Por fim, ao descontar essa parcela de subfaturamento decorrente da classe de resistência do concreto (R\$ 13.978,66) do superfaturamento oriundo dos quantitativos de aço excedentes (R\$ 89.810,75), constata-se um superfaturamento resultante de **R\$ 75.832,09** em relação aos itens de serviço associados à execução das fundações das OAE 8 e 9.

Manifestação da unidade auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 30/5/2023, por meio do IAC nº 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 113851991), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1778/2023 – SODF/GAB/ASSESP, de 28/8/2023 (SEI nº 121025462), encaminhou “*a manifestação das unidades técnicas desta Pasta*” consignada nos seguintes documentos:

- Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635);
- Despacho – SODF/SUPOP/UNIORC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532); e
- Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).

Especificamente acerca dos campos “*Fato*” e “*Causa*” da constatação de superfaturamento por superdimensionamento de armaduras das estacas moldadas “*in loco*”, releva destacar o seguinte trecho da manifestação dos executores do contrato da SODF:

3.3. Visando contextualizar o referido achado, é importante destacar que os projetos executivos das OAE's 08 e 09 deveriam ser revisados antes da execução do viaduto, conforme preconiza o Termo de Referência do Contrato nº 020/2021:

[...]

3.4. Dessa forma, no dia 04/10/2021, o Consórcio Viaduto EPIG apresentou seu memorial de cálculo (id. 71393028) e pranchas dos projetos executivos do viaduto revisados por meio da Carta nº 55/2021 (id. 71392891):

[...]

3.5. A supervisora do contrato aprovou as pranchas, no dia 19/11/2021, por meio dos seguintes documentos:

[...]

3.8. Entretanto, após a revisão por parte do Consórcio Viaduto EPIG e aprovação por parte da Supervisora do Contrato, **durante o serviço de armação dos estacões, esta fiscalização percebeu que a especificação do concreto das estacas de ambos os projetistas responsáveis, não estava em acordo com a NBR 6122/2019**. Dessa forma, por meio do Memorando Nº 36/2022 - SODF/SUAF/UNEOBRAS (id. 80559207), datado de 21/02/2022, esta fiscalização se manifestou nos seguintes termos:

“[...]

Em atenção aos **projetos readequados pela contratada e aprovados pela supervisora**, como também a MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS O.A.E. VIADUTO 08 e 09 (ids. 74547613, 74551019 e 74546804) que **especifica que o concreto a ser aplicado nas estacas deverá ser de 20MPa**, conforme transcrição abaixo:

[...]



Em atenção a NBR 6122:2019 - Projeto e execução de fundações, sendo esta a norma mais atualizada vigente até o momento que especifica:

[...]

Diante do exposto acima, solicitamos que os autos sejam encaminhados para a supervisora do contratada para **análise e manifestação quanto a não atualização da classe de concreto para as estacas** a serem realizadas no contrato nº 020/2021, visto que a norma mais atual de fundação preconiza que para estacas escavadas com fluidos estabilizantes deve-se adotar o concreto com $F_{ck} = 30$ MPA (classe de agressividade I e II) e $F_{ck} = 40$ MPA (classe de agressividade III e IV). Destacamos que a classe de agressividade considerada nos atuais projetos do contrato nº 020/2021 é a classe II.”

3.9. Em atenção ao Memorando Nº 36/2022 - SODF/SUAF/UNEOBRAS (id. 80559207), a supervisora manifestou-se na Carta - CA.093-DF/22 (id. 81104971), datada de 24/02/2022, onde conclui:

“Na memória de cálculo, item 5 da página 178, apresenta o cálculo da capacidade da seção da estaca com f_{ck} igual a 25MPa (C25), porém no desenho do projeto, folha 1/16 está com f_{ck} de 20MPa. A norma NBR6122/2019 - Projeto e execução de fundações - procedimento, apresenta apenas estaca escavada, CAA I e II com resistência do concreto igual a C25. **No caso de estacas escavadas com fluido e CAA I e II a resistência do concreto deve ser igual a C30, conforme a tabela 4 da norma.**”

3.10. Ou seja, das tratativas acima, percebe-se que **se não fosse a atuação destes executores do contrato, os viadutos OAE 08 e OAE 09 teriam sido executados em desacordo com a norma de fundação mais atual vigente**, mesmo que essa execução não representasse risco estruturais, ocasionando um descumprimento básico previsto no termo de referência do contrato.

3.11. Após tais questionamentos junto ao Consórcio e Supervisora do contrato, a contratada encaminhou a Carta nº. 127/2022 (id. 81040719), datada de 25/02/2022, com novo memorial de cálculo (id. 81040719) e seus anexos:

[...]

3.12. **A resistência do concreto já havia sido alterada de 20 MPA para 30 MPA no novo memorial de cálculo** apresentado, conforme preconiza a NBR 6122:2019.

3.13. É importante destacar que, durante todo o contexto evidenciado, as armaduras para a execução dos estacões já haviam sido adquiridas pelo Consórcio e a armação das estacas já estava a pleno vapor de execução.

3.14. É importante destacar que, **mesmo diante da troca da resistência do concreto das estacas, a prancha revisada da fundação (id. 81045780) indicava o mesmo detalhamento inicialmente aprovado** pela supervisão do contrato.

3.15. É importante dizer, ainda, que **a supervisora**, que acompanhava a obra, mesmo de posse do projeto que estava sendo utilizado em campo, **em nenhum momento se opôs a continuidade dos serviços de detalhamento dos estacões** na obra.

3.16. Diante de todo esse cenário, **essa fiscalização do contrato, uma vez que a obra já contava com armaduras lançadas com o mesmo detalhamento da prancha revisada duas vezes e aprovadas nas escavações dos estacões e anuência da supervisão do contrato, optou pela não paralisação dos serviços de confecção das armaduras das estacas e muito menos do lançamento dessas dentro das escavações.**

3.17. Tal ação se originou pelos motivos abaixo:

- Uma revisão de toda a armadura na obra ocasionaria **retardamento** do cronograma físico-financeiro;



- **A aplicação do aço, em escala superior** ao novo detalhamento do memorial de cálculo (id. 81045746), **não iria ocasionar super-armação** da estaca; e
- O quantitativo previsto em Boletim de Medição era capaz de remunerar exatamente o serviço que estava sendo executado, uma vez que foi licitado nos parâmetros executivos adotados.

3.18. O entendimento dessa fiscalização é que obras de grande magnitude exigem, muitas vezes, ações rápidas de qualquer engenheiro civil, sendo que muitas vezes a melhor escolha para o bom andamento da obra nem sempre será a mais econômica, mas sim aquela que irá fazer com que a obra tenha fluidez.

3.19. Entretanto, para o caso em tela e após uma análise ampla do caso, **entendemos que o pagamento de uma maior quantidade de aço, em comparação ao último memorial de cálculo (id. 81045746) revisado, não se originou apenas de questões técnicas percebidas em campo, na qual demandava rápida ação desses executores do contrato** e demais técnicos envolvidos na obra.

3.20. O pagamento, em ordem superior de aço, **originou-se desde a falta de expertise da contratada e supervisora do contrato, em não revisar os projetos em atendimento às normas atuais vigentes, levando essa fiscalização a incorrer em erro de pagamento de medições, uma vez que direcionou seus esforços a rever a resistência do concreto a ser aplicado nas estacas.**

3.21. Dessa forma, **por mais que a contratada tenha de fato empregado o material, conforme prancha de fundação (id. 81045780), esta fiscalização assumir como adequado o pagamento de serviços que poderiam ter sido revisados em tempo hábil pela Contratada, seria assumir riscos e responsabilidades da própria Contratada** pela decisão de não ajustar as pranchas que estavam sendo utilizadas na obra.

3.22. Sendo assim, **essa fiscalização corrobora integralmente com a glosa de R\$ 75.832,09 (setenta e cinco mil, oitocentos e trinta e dois reais e nove centavos) proposta pela CGDF, como também corrobora integralmente com o posicionamento da Coordenação de Análise e Conferência de Medições em seu Relatório Técnico - SODF/SUAF/COACM (id. 114958805):**

“[...]

Em análise realizada por esta Coordenação foi verificado que o último projeto revisado pelo Consórcio Viaduto EPIG - conforme Carta nº. CE 127-2022 (id. [81040719](#)), datada de 25/02/2022 - foi o memorial (id. [81045746](#)), no qual o detalhamento das estacas de 1,2 metros de diâmetro passaram a conter o detalhamento de 15 barras de 20 mm e as estacas de 1,6 metros de diâmetro passaram a conter o detalhamento de 26 barras de 20mm, conforme imagens abaixo:

[...]

Nesse sentido, **o fato do projetista do Consórcio ter mantido o detalhamento anterior do projeto** das OAE's, na prancha 10/16 (id. [81045780](#)) - conforme imagem abaixo -, **não observando o novo detalhamento apresentado por ele mesmo no memorial de cálculo (id. [81045746](#)), induziu a fiscalização ao pagamento indevido** de quantidades de aço.

[...]

Uma vez que **nem a fiscalização e nem Administração Pública devem assumir erros ou vícios oriundos do mal planejamento do projetista ou da compra de materiais por parte do Consórcio Viaduto EPIG, esta Coordenação recomenda a glosa integral do valor apurado pela CGDF, de R\$ 75.832,09 (setenta e cinco mil, oitocentos e trinta e dois reais e nove centavos) para a medição do aço das estacas.**

[...]”



3.23. Diante de todo o exposto acima, segue manifestação desta fiscalização sobre as causas, consequências e recomendações a serem tomadas:

“Causa

Em 2021:

a) Negligência do projetista revisor pela falta de observação do seu dever de compatibilizar a memória de cálculo e a prancha de detalhamento das armaduras das estacas (vide Anexo V); e

Fiscalização:

Essa fiscalização concorda com tais apontamentos expostos pela CGDF.

Em 2022:

b) Falha da fiscalização pelo não cotejamento entre a memória de cálculo e a prancha de detalhamento das armaduras das estacas.

Fiscalização:

Essa fiscalização já explanou os motivos que levaram a medição dos serviços, como evidenciados pela CGDF, nas medições do contrato. Entretanto, por entender que a fiscalização foi induzida ao erro, procedeu a glosa da quantidade de aço medida a maior.

[...]”

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Observe-se que os executores do contrato, ao fim e ao cabo, concordaram com o achado registrado pela equipe de auditoria, bem como trouxeram luz a fatos ocorridos durante a readequação do projeto em fase de obra, com o intuito de demonstrar que suas atuações evitaram que “os viadutos OAE 08 e OAE 09” fossem “*executados em desacordo com a norma de fundação mais atual vigente, mesmo que essa execução não representasse risco estrutural*”.

Em sua manifestação, os fiscais do contrato lembraram que o projeto executivo das OAE deveria, e foi, revisado na fase contratual, antes do início da execução das obras pelo executante. Após ter sido revisado, ele fora submetido à aprovação por parte da supervisora. No entanto, mesmo após essa aprovação, a fiscalização da SODF detectou uma não conformidade na especificação do concreto das estacas em relação à norma NBR 6122:2019 da ABNT, isto é, constatou que o concreto especificado para os estacões no projeto readequado era inferior ao mínimo exigido pela norma técnica (de 30 MPa).

Assim sendo, a fiscalização da SODF questionou ambos o executante e a supervisora a respeito de tal situação, o que ocasionou a necessidade de nova revisão do projeto para corrigir a resistência do concreto dos estacões. A partir dessa alteração, foi emitido um novo memorial de cálculo por parte do projetista revisor subcontratado pelo executante, bem como novas pranchas de detalhamento da fundação.

Ademais, os executores do contrato corroboraram com o relatado pela equipe de auditoria, que “*mesmo diante da troca da resistência do concreto das estacas, a prancha revisada da fundação (id. 81045780) indicava o mesmo detalhamento inicialmente aprovado*



pela supervisão do contrato”. E acrescentaram que “a supervisora, que acompanhava a obra, mesmo de posse do projeto que estava sendo utilizado em campo, em nenhum momento se opôs a continuidade dos serviços de detalhamento dos estacões na obra”.

Além disso, a fiscalização da SODF registrou que foi levada *“a incorrer em erro de pagamento de medições, uma vez que direcionou seus esforços a rever a resistência do concreto a ser aplicado nas estacas”* e que quando identificou a não atualização da prancha de armadura dos estacões *“a obra já contava com armaduras lançadas com o mesmo detalhamento da prancha revisada duas vezes e aprovadas nas escavações dos estacões e anuência da supervisão do contrato”* e optou, assim, *“pela não paralisação dos serviços de confecção das armaduras das estacas e muito menos do lançamento dessas dentro das escavações”.*

Diante de tal verificação da incompatibilidade entre as armaduras executadas e as previstas no memorial de cálculo revisado, a fiscalização da SODF informou que optou por não paralisar os serviços, considerando o impacto no cronograma e a capacidade de remuneração prevista, mas que procedeu verificações adicionais, que a levaram a concluir que *“a aplicação do aço, em escala superior ao novo detalhamento do memorial de cálculo (id. 81045746), não iria ocasionar super-armação da estaca”.*

Ao final de sua manifestação, os executores do contrato concluíram que o pagamento a maior *“originou-se desde a falta de expertise da contratada e supervisora do contrato, em não revisar os projetos em atendimento às normas atuais vigentes, levando essa fiscalização a incorrer em erro”*, e corroboraram *“integralmente com a glosa de R\$ 75.832,09 [...] proposta pela CGDF”.*

No que tange à recomendação *“R.8”* do IAC direcionada à SODF, que trata sobre a necessidade de glosa de R\$ 75.832,09, resultante da diferença entre o superfaturamento e o subfaturamento nos serviços de armação e concretagem das estacas, respectivamente, a fiscalização da SODF informou que efetuou a glosa do valor indicado na 22ª medição do Contrato (SEI nº 115312547).

Nesse sentido, como houve o pleno atendimento da recomendação inicial *“R.8”* (renumerada para *“R.II”* neste relato final), ela será consignada como atendida.



Causa

Em 2021:

a) Negligência do projetista revisor pela falta de observação do seu dever de compatibilizar a memória de cálculo e a prancha de detalhamento das armaduras das estacas (vide Anexo V); e

Em 2022:

b) Falha da fiscalização pelo não cotejamento entre a memória de cálculo e a prancha de detalhamento das armaduras das estacas.

Consequência

Pagamento indevido no valor de **R\$ 75.832,09**, resultante da medição e pagamento de quantitativos além dos necessários segundo práticas e normas de Engenharia vigentes à época do projeto.

Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

R.11) (ATENDIDA) Proceder à glosa de **R\$ 75.832,09** nas próximas medições do Contrato nº 020/2021 – SODF em decorrência do superfaturamento por superdimensionamento de R\$ 89.810,75 identificado no item de serviço “*ARMAÇÃO DE ESTACA ESCAVADA OU PAREDE DIAFRAGMA EM AÇO CA-50 COM APOIO DE GUINDASTE – FORNECIMENTO, PREPARO E COLOCAÇÃO*”, código 2306076 modificado do SICRO, e do subfaturamento por preço de R\$ 13.978,66 identificado no item de serviço “*CONCRETO USINADO BOMBEÁVEL, CLASSE DE RESISTÊNCIA C20, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 100 +/- 20 MM, INCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)*”, código 1524 do SINAPI.



3.1.4. SUPERFATURAMENTO NOS SERVIÇOS RELACIONADOS À PROTENSÃO DAS VIGAS LONGARINAS

Classificação da falha: Tipo C

Em relação aos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas das OAE, itens 4 (“FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO”, código 08-73-00 modificado da tabela SEINFRA-SP) e 14 (“ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8”, código 08-79-00 modificado da tabela SEINFRA-SP) da Curva ABC, detectou-se superfaturamento por preços, decorrente de sobrepreço das composições do orçamento base da licitação.

Indo um pouco além das características descritas no Ponto de Auditoria 3.1.2, segundo o projeto executivo original das OAE, a superestrutura de cada uma delas é constituída por dois tabuleiros de 25 m de vão cada, sendo cada tabuleiro formado por sete vigas longarinas pré-moldadas de concreto protendido[4.1].

Sendo assim, à luz da Figura 4.1, pode-se ver que armadura ativa de cada viga é formada por três cabos de protensão (“CABO 01” – “C1”, “CABO 02” – “C2” e “CABO 03” – “C3”) embutidos em bainhas metálicas[4.2], sendo cada cabo composto de 11 cordoalhas com a seguinte designação: “CP 190 RB 15,2”. Quer dizer, cordoalhas nuas de sete fios[4.3] para concreto protendido (CP), categoria 190[4.4], relaxação baixa (RB) e diâmetro nominal de 15,2 mm. A ancoragem[4.5] prevista em projeto foi a do tipo ativa[4.6] (e, mais precisamente, do tipo embutida[4.7]), em ambas as extremidades (periferias) da viga, totalizando seis unidades de ancoragem ativa por viga e 168 para o total das 28 vigas longarinas de ambas as OAE.

Figura 4.1 – Armadura ativa das vigas longarinas *in loco*.

(a) Bainhas na extremidade da viga.

(b) Bainhas em vista frontal.

(c) Bainhas no meio do vão.



(d) Cordoalhas dentro das bainhas.

(e) Nicho de ancoragem.

(f) Peças da ancoragem.

Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

A fim de se remunerar a execução de todos os serviços relacionados à protensão dessas vigas longarinas, previu-se, no orçamento base, duas composições de serviço no subitem “9.4 – Protensão para OAE”, uma para remunerar apenas a ancoragem e outra para remunerar os demais serviços afetos ao sistema de protensão das vigas.

Composição da ancoragem do sistema de protensão das vigas longarinas

A primeira composição, constante do subitem 9.4.1 do orçamento base, foi prevista para remunerar a ancoragem do sistema de protensão das vigas longarinas. A orçamentista da SODF[4.8] adotou como referência a composição de serviço de código 08-79-00, da tabela SEINFRA-SP. Essa composição sofreu modificações pela servidora e passou a ser referenciada pelo código “08-79-00 M” no orçamento base.

A composição **original** de código 08-79-00 da tabela SEINFRA-SP (“*ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8”*”) possui a seguinte estrutura:

Tabela 4.1 – Detalhamento da composição de serviço **original** de código 08-79-00 da tabela SEINFRA-SP.

08-79-00	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 "		UN
2001	AJUDANTE GERAL (SGSP)	H	0,950
2103	ARMADOR PARA PROTENDIDO (SGSP)	H	0,950
25040	ANCORAGEM ATIVA 12 FIOS DE 5/8" SOMENTE MATERIAL - SEM COLOCAÇÃO	Un	1,000

E, de acordo com a SEINFRA-SP, essa composição “*remunera o fornecimento e a colocação da ancoragem, inclusive o fornecimento e a colocação de nichos, luvas plásticas e demais acessórios*”, e seu critério de medição é por unidade (*un*) de ancoragem colocada, medida após a protensão.

No entanto, após as modificações empreendidas pela orçamentista, a composição **modificada** passou a ter o seguinte detalhamento:

Figura 4.2 – Detalhamento da composição de serviço **modificada** da SEINFRA-SP (código 08-79-00 M).

08-79-00 M	SEINFRA-SP	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 ". ORIGEM; SEINFRA-SP 08-79-00	UN			
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
SICRO M	4507756 M	Ancoragem ativa para 12 cordoalhas D = 15,2 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão. Origem SICRO 4507756	UND	1,0000000	652,84 R\$	652,84
SICRO M	4507787 M	Ancoragem passiva aderente para 12 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento e instalação. ORIGEM; SICRO 4507787	UND	1,0000000	270,80 R\$	270,80
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9500000	22,86 R\$	21,72
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9500000	16,87 R\$	16,03
CUSTO TOTAL					R\$	961,38

Fonte: Orçamento base, SEI nº 50505294, p. 50.

A partir desse detalhamento, constata-se que as modificações realizadas foram além da simples substituição de custos de insumos da tabela SEINFRA-SP pelos constantes do SINAPI, conforme depreendido do Termo de Referência da licitação das obras[4.9], e alteraram significativamente a estrutura original da composição tida como referência.

Observa-se que, embora mantidos os coeficientes de consumo de mão de obra (0,95 h), os profissionais originalmente previstos foram alterados: a composição SEINFRA-SP previa dois profissionais, um armador para protendido (código SEINFRA-SP 2103) e um ajudante geral (código SEINFRA-SP 2001); já na composição **modificada**, tais profissionais foram substituídos por outros dois, um pedreiro (código SINAPI 88309) e um servente (código SINAPI 88316).

Ainda, substituiu-se o **insumo** (material) referente a um ponto de ancoragem ativa (código SEINFRA-SP 25040) por uma **composição de serviço** do SICRO para a ancoragem ativa (código 4507756 M, sendo que a letra “M” indica que a composição original SICRO foi “modificada” pela orçamentista). Esclarece-se que essa composição de serviço do SICRO (código 4507756) já prevê todos os custos associados ao serviço de ancoragem ativa para cabos com 12 cordoalhas, bem como ao da própria operação de protensão das cordoalhas. O detalhamento dessa composição SICRO modificada também constou do orçamento base da licitação:

Figura 4.3 – Detalhamento da composição de serviço **modificada** do SICRO (código 4507756 M).

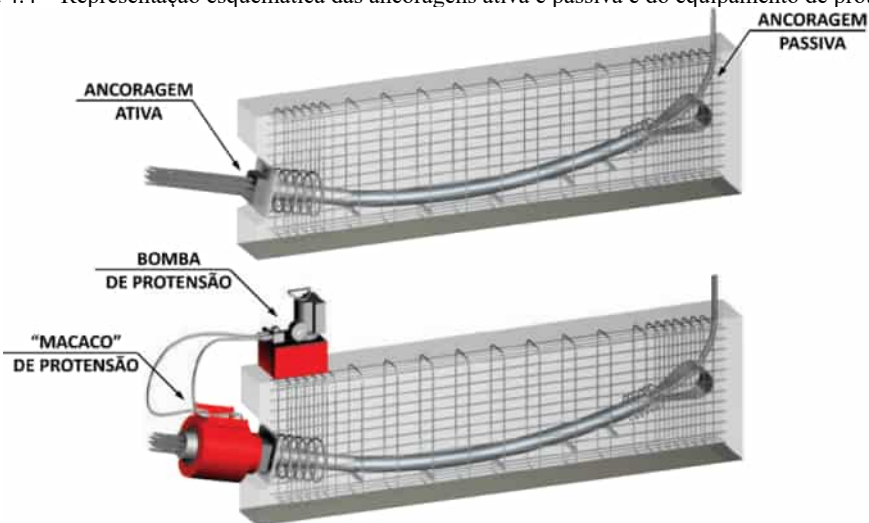
4507756 M	SICRO	Ancoragem ativa para 12 cordoalhas D = 15,2 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão. Origem SICRO 4507756	PRODUÇÃO EQUIPE		4,530	UN
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
A - EQUIPAMENTOS						
SICRO	E9722	Conjunto bomba e macaco hidráulico para protensão com capacidade de 2.000 Kn	CHP	1,00	39,8429	R\$ 39,8429
SICRO	E9722	Conjunto bomba e macaco hidráulico para protensão com capacidade de 2.000 Kn	CHI	-	37,4712	R\$ -
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHP	1,00	9,1977	R\$ 9,1977
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHI	-	1,3899	R\$ -
SINAPI-C	E9719	Talha manual com capacidade de 3 t	CHP	1,00	0,1733	R\$ 0,1733
SINAPI-C	E9719	Talha manual com capacidade de 3 t	CHP	-	0,1108	R\$ -
Custo horário total de Equipamentos						R\$ 49,2139
B - MÃO DE OBRA						
SINAPI-C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,0000	22,75	R\$ 22,7500
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	3,0000	16,87	R\$ 50,6100
Custo horário total de Mão de Obra						R\$ 73,3600
Custo horário total de Execução						R\$ 122,5739
Custo unitário de Execução						27,0583
C - MATERIAL						
SICRO	M0113	Ancoragem ativa em ferro fundido nodular para 12 cordoalhas - D = 15,2 mm	UN	1,0000	601,7389	R\$ 601,7389
SICRO	M2462	Mangueira cristal trançado ar/água com capacidade de 250 lb - D = 20 mm	M	0,5000	5,7877	R\$ 2,8939
SICRO	M1142	Parafuso cabeça abaulada M6 com porca e arruela	UN	2,0000	1,0218	R\$ 2,0436
Custo unitário total de Material						606,6764
D - ATIVIDADES AUXILIARES						
SICRO M	3816137 M	Nicho de madeira para dispositivo de ancoragem de protensão - confecção e instalação. Origem: SICRO 3816137	M2	0,1917	99,6600	R\$ 19,1048
Custo unitário total Atividades Auxiliares						19,1048
CUSTO TOTAL						R\$ 652,84

Fonte: Orçamento base, SEI nº 50505294, p. 48.

Por fim, incluiu-se, ainda, na estrutura uma **composição de serviço** do SICRO (de código 4507787 M, modificada) que não guarda qualquer relação com o serviço previsto na composição original, tampouco com as especificações de projeto. A saber, a composição de código SICRO 4507787 é referente ao fornecimento e instalação de um ponto de ancoragem **passiva** para cabos com 12 cordoalhas. E, como dito anteriormente, o projeto somente previu pontos de ancoragem **ativa** para os cabos.

A diferença básica entre os dois tipos de ancoragem está ilustrada na Figura 4.4. Repare-se que a ancoragem ativa permite que se promova o estado de tensão no cabo, por meio do equipamento de protensão (“macaco” e bomba de protensão). Já a ancoragem passiva, também denominada de ancoragem “morta”, possui um dispositivo imerso no concreto, destinado a fixar a extremidade do cabo oposta àquela da ancoragem ativa. Esta ancoragem não permite acesso para operação e verificação do grau de protensão e da eventual ocorrência de deslizamento.[4.10]

Figura 4.4 – Representação esquemática das ancoragens ativa e passiva e do equipamento de protensão.



Fonte: Adaptado de Rudloff (2019).

Perceba-se que o equipamento de protensão representado na Figura 4.4 é o mesmo utilizado na obra:

Figura 4.5 – Equipamento de protensão utilizado na obra.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Pois bem, o detalhamento da composição modificada referente à ancoragem passiva também constou do orçamento base:

Figura 4.6 – Detalhamento da composição de serviço **modificada** do SICRO (código 4507787 M).

4507787 M	SICRO	Ancoragem passiva aderente para 12 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento e instalação. ORIGEM; SICRO 4507787					
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal	UN
A - EQUIPAMENTOS					Custo horário total de Equipamentos		
B - MÃO DE OBRA					Custo horário total de Mão de Obra		
SINAPI-C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,0000	22,75	R\$ 22,7500	
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,0000	16,87	R\$ 16,8700	
					Custo horário total de Execução		R\$ 39,6200
					Custo unitário de Execução		4,7563
C - MATERIAL					Custo unitário total de Material		266,0456
SICRO	M2435	Ancoragem passiva aderente para 12 cordoalhas - D = 15,20 mm	UN	1,0000	262,1972	R\$ 262,1972	
SICRO	M2422	Mangueira cristal trançada arlêgua com capacidade de 250 lb - D = 1/2 "	M	0,5000	3,3384	R\$ 1,6692	
SINAPI-C	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,0296	13,98	R\$ 0,4141	
SINAPI-C	10498	MASSA PARA VIDRO	KG	0,1004	6,83	R\$ 0,6857	
SICRO	M3353	Purgador plástico	UN	1,0000	1,0794	R\$ 1,0794	
D - ATIVIDADES AUXILIARES					Custo unitário total Atividades Auxiliares		
CUSTO TOTAL						R\$ 270,80	

Fonte: Orçamento base, SEI nº 50505294, p. 48.

Conclui-se assim que tais modificações empreendidas pela orçamentista, além de terem alterado significativamente a estrutura da composição original, incluíram insumos e serviços desnecessários à composição adotada como referência para o orçamento base, majorando seu custo final e contribuindo para o sobrepreço.

Ressalta-se que a orçamentista da SODF poderia ter adotado no orçamento base apenas a composição de código SICRO 4507756 M como referência para o serviço de ancoragem ativa e protensão das cordoalhas, de custo unitário de R\$ 652,84/un (Figura 4.3). Essa foi, inclusive, a composição utilizada como paradigma pela equipe de auditoria para o serviço, conforme será detalhado mais à frente.

Composição dos demais serviços relacionados ao sistema de protensão das vigas longarinas

A outra composição de serviço prevista no subitem “9.4 – Protensão para OAE”, e considerada para remunerar todos os demais serviços relacionados à protensão dessas vigas longarinas (fornecimento e colocação de aço de protensão e de bainha metálica, bem como injeção de calda de cimento), foi a composição **modificada** de código 08-73-00 da tabela SEINFRA-SP (08-73-00 M).

A composição **original** de código 08-73-00 da tabela SEINFRA-SP (“FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂM. 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO”) possui a seguinte estrutura:

Tabela 4.2 – Detalhamento da composição de serviço de código 08-73-00 da tabela SEINFRA-SP.

08-73-00	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO		KG
2001	AJUDANTE GERAL (SGSP)	H	0,150
2103	ARMADOR PARA PROTENDIDO (SGSP)	H	0,150
10517	CIMENTO PORTLAND CII-E/F-32	Kg	0,342
25130	BAINHA FLEXÍVEL METÁLICA GALVANIZADA - D. INTERNO 75MM	M	0,076
25210	AÇO DE PROTENSÃO CORDOALHA CP 190 RB 7 - D. NOM.=15.2 MM	Kg	1,030
25221	SERVIÇO DE PROTENSÃO 20 PORC DO MAT.E MÃO DE OBRA (08.73)	%	0,200

E, de acordo com a SEINFRA-SP, essa composição “*remunera o fornecimento, o preparo e a colocação de aço de protensão nas formas; o fornecimento de molas e bainhas; a protensão, o fornecimento e injeção de nata de cimento e aditivos*” (grifo nosso), e seu critério de medição é por quilograma (kg) de aço protendido. Note-se que essa composição **original** da SEINFRA-SP também remunera a operação de protensão das cordoalhas (serviço de código 25221).

Por sua vez, após as modificações, a composição 08-73-00 M passou a ter o seguinte detalhamento:

 Figura 4.7 – Detalhamento da composição de serviço **modificada** da SEINFRA-SP (código 08-73-00 M).

08-73-00 M	SEINFRA-SP	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00				KG	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal	
SICRO M	4507842 M	Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas D = 15,2 mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento. Origem SICRO 4507842	M	0,0760000	64,66 R\$	4,91	
SICRO M	4507959 M	Cordoalha engraxada CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação. Origem; SICRO 4507959	KG	1,0300000	12,52 R\$	12,90	
SINAPI	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	0,3420000	0,47 R\$	0,16	
SINAPI	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1500000	17,62 R\$	2,64	
SINAPI	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1500000	22,75 R\$	3,41	
CUSTO TOTAL						R\$ 24,03	

Fonte: Orçamento base, SEI nº 50505294, p. 50.

Nesse caso, constata-se que parte das modificações realmente seguiram a diretriz indicada no Termo de Referência, isto é, de substituir certos custos de insumos da tabela SEINFRA-SP pelos constantes do SINAPI (substituição de insumos SEINFRA-SP, de códigos 2001, 2103 e 10517, pelos equivalentes SINAPI, de códigos 88238, 88245 e 1379).

Além disso, é válido o registro a respeito da correta retirada do serviço “25221 - *SERVIÇO DE PROTENSÃO 20 PORC DO MAT.E MÃO DE OBRA (08.73)*”, previsto na estrutura da composição original, quando da modificação da composição pela orçamentista. Conforme mencionado anteriormente, o custo referente ao serviço de protensão das cordoalhas

foi considerado no custo da composição de serviço 08-79-00 M do orçamento base, referente a ancoragem ativa, mais especificamente por meio da inclusão da composição de serviço SICRO 4507756 M em sua estrutura.

Entretanto, novamente a orçamentista incorreu em erro ao substituir certos **insumos** (materiais) da composição original (bainha metálica, de código 25130, e aço de protensão, de código 25210) por **composições de serviço** do SICRO (códigos 4507842 M e 4507959 M, respectivamente). Além de ter onerado indevidamente o custo final da composição pela consideração em duplicidade de insumos, utilizou-se uma composição para as cordoalhas não condizente com as especificações de projeto e, ainda, mais onerosa do que a tecnicamente compatível.

Em relação à duplicidade de insumos, explica-se. Ao substituir-se o material “25130 - *Bainha flexível metálica galvanizada - diâmetro interno 75mm*”, da composição original, pela composição “4507842 M - *Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas D = 15,2 mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento*”, não se atentou para o fato de que o material “*cimento portland composto CP II-32*”, constante da composição original, já constava da composição da bainha metálica do SICRO (Figura 4.8), configurando assim duplicidade desse material na composição final.

Figura 4.8 – Detalhamento da composição de serviço **modificada** do SICRO (código 4507842 M).

4507842 M	SICRO	Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas D = 15,2 mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento. Origem SICRO 4507842	PRODUÇÃO EQUIPE		17,540	M
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
A - EQUIPAMENTOS						
SICRO	E9026	Bomba para injeção de nata de cimento - 2.2 kW	CHP	0,20076	2,9562	R\$ 0,5935
SICRO	E9026	Bomba para injeção de nata de cimento - 2.2 kW	CHI	-	1,6188	R\$ -
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 kva	CHP	0,20076	9,1977	R\$ 1,8465
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 kva	CHI	-	1,3899	R\$ -
SINAPL-C	E9024	Misturador de nata cimento - 1.5 kW	CHP	0,20076	19,6548	R\$ 3,9459
SINAPL-C	E9719	Talha manual com capacidade de 3 t	CHP	-	19,3066	R\$ -
					Custo horário total de Equipamentos	R\$ 6,3859
B - MÃO DE OBRA						
SINAPL-C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,0000	22,75	R\$ 45,5000
SINAPL-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	6,0000	16,87	R\$ 101,2200
					Custo horário total de Mão de Obra	R\$ 146,7200
					Custo horário total de Execução	R\$ 153,1059
					Custo unitário de Execução	8,7290
C - MATERIAL						
SINAPL-C	32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	0,07936	6,15	R\$ 0,4881
SINAPL-C	132	ADITIVO PLASTIFICANTE RETARDADOR DE PEGA E REDUTOR DE AGUA PARA CONCRETO, LIQUIDO E ISENTO DE CLORETOS	L	0,01987	5,51	R\$ 0,1095
SINAPL-C	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,00821	13,98	R\$ 0,1148
SICRO	M2473	Bainha metálica - D = 80 mm	M	1,1310	46,6312	R\$ 52,7390
SINAPL-C	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	4,97000	0,47	R\$ 2,3359
SICRO	M2422	Mangueira cristal trançado ar/água com capacidade de 250 lb - D = 1/2 "	M	0,0063	3,3384	R\$ 0,0209
SICRO	M0052	Fita de PVC de 50 mm x 50m	M	1,00000	0,1128	R\$ 0,1128
SICRO	M3353	Purgador plástico	UN	0,0125	1,0794	R\$ 0,0135
					Custo unitário total de Material	55,9343
D - ATIVIDADES AUXILIARES						
					Custo unitário total Atividades Auxiliares	
CUSTO TOTAL						R\$ 64,66

Fonte: Adaptado de Orçamento base, SEI nº 50505294, p. 49.

A mesma situação ocorreu para o caso da **mão de obra** prevista na composição original. Ao substituir os **materiais** “bainha metálica” e “cordoalha” da composição original pelas **composições de serviço** modificadas do SICRO (4507842 M e 4507959 M, respectivamente), não se atentou para o fato de que dentro dessas composições já estavam previstos os custos de mão de obra associados, configurando duplicidade por também considerá-los em separado na estrutura da composição 08-73-00 M. Para respaldar essa conclusão, apresenta-se a seguir o detalhamento da composição modificada do SICRO para o serviço de fornecimento, preparo e colocação das cordoalhas (código 4507959 M), onde é possível notar a consideração da mão de obra associada:

Figura 4.9 – Detalhamento da composição de serviço **modificada** do SICRO (código 4507959 M).

4507959 M	SICRO	Cordoalha engraxada CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação. Origem: SICRO 4507959	PRODUÇÃO EQUIPE		200.000	KG
			Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
Fonte	Código Externo	Descrição				
A - EQUIPAMENTOS						
SICRO	E9717	Máquina policorte - 2,2 kW	CHP	0,24967	0,1056	R\$ 0,0264
SICRO	E9717	Máquina policorte - 2,2 kW	CHI	-	0,0691	R\$ -
SICRO	E9521	GRUPO GERADOR - 2,5/3 Kva	CHP	0,24967	2,8387	R\$ 0,7087
SICRO	E9521	GRUPO GERADOR - 2,5/3 Kva	CHI	-	0,1128	R\$ -
Custo horário total de Equipamentos						R\$ 0,7351
B - MAO DE OBRA						
SINAPL-C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,0000	22,75	R\$ 136,5000
SINAPL-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,2497	16,87	R\$ 105,4319
Custo horário total de Mão de Obra						R\$ 241,9319
Custo horário total de Execução						R\$ 242,6670
Custo unitário de Execução						1,2133
C - MATERIAL						
SICRO	M2425	Cordoalha engraxada CP 190 RB - D = 15,2 mm	kg	1,0500	10,7642	R\$ 11,3024
SICRO	M0076	Disco de corte para policorte - D = 30 cm	UN	0,00063	12,9643	R\$ 0,0082
Custo unitário total de Material						11,3106
D - ATIVIDADES AUXILIARES						
SICRO	3816138	Gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha	kg	0,00088	29,3500	R\$ 0,0258
Custo unitário total Atividades Auxiliares						R\$ 0,0258
CUSTO TOTAL						R\$ 12,52

Fonte: Adaptado de Orçamento base, SEI nº 50505294, p. 49.

Além disso, a orçamentista da SODF, ao substituir o **material** referente à cordoalha pela **composição de serviço** do SICRO, adotando o mesmo coeficiente de consumo previsto originalmente na composição SEINFRA-SP (1,03), onerou indevidamente o serviço, pois considerou em duplicidade a perda do material (cordoalha), além de outros desdobramentos de menor importância financeira (majorou-se em 3% o custo de todos os demais insumos da composição modificada do SICRO).

Explica-se. A adoção de um coeficiente de consumo de 1,03 kg/kg na estrutura da composição da SEINFRA-SP indica que foi considerada uma perda de 3% do material. Entretanto, a composição de serviço do SICRO já considera uma perda de 5% do material (coeficiente de consumo de 1,05 kg/kg para o item “M2425 - Cordoalha engraxada CP 190RB - D = 15,2 mm”), conforme pode ser visto no detalhamento da composição (Figura 4.9, na seção “C - Material”).

A equipe de auditoria defende que o sobrepreço decorrente da consideração em duplicidade de insumos poderia ter sido evitado caso a orçamentista tivesse optado por adotar no orçamento base, em separado, duas composições SICRO – uma para fornecimento e colocação de aço de protensão, e outra para fornecimento e colocação de bainha metálica, bem como para injeção de calda de cimento – ao invés de tentar modificar a composição de código 08-73-00 da SEINFRA-SP para agrupar ambos os serviços em apenas uma composição. Inclusive, essa foi a sistemática adotada quando da definição das composições paradigmas desses serviços.

Já no que diz respeito à utilização de composição mais onerosa e não condizente com as especificações de projeto, tal situação é configurada pela adoção da composição “4507959 M - *Cordoalha engraxada CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação*”, onde se verifica a consideração de cordoalhas **engraxadas** para protensão **não aderente**. Essas cordoalhas engraxadas possuem uma camada de graxa e são revestidas com uma bainha plástica de polietileno de alta densidade – PEAD (Figura 4.10d), comumente utilizadas em lajes de edificações, pisos industriais e *radiers* (Figuras 4.10 a, b e c). No entanto, a solução prevista em projeto foi a de protensão **aderente**, onde são utilizadas cordoalhas **nuas**, posicionadas em bainhas metálicas e com posterior injeção de nata de cimento.

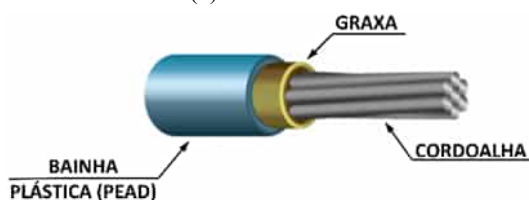
Figura 4.10 – Exemplos de aplicações de Cordoalhas engraxadas (não aderentes).



(a) Lajes de edificações.

(b) Pisos industriais.

(c) Radier.



(d) Detalhe.

Fonte: (a), (b) e (c) Adaptado de Arcelor Mittal (2021); e (d) Adaptado de Impacto Protensão, disponível em: <https://impactoprotensao.com.br/>.

Cumprе ressaltar que existia à época a composição SICRO de código 4507957, correspondente ao serviço de fornecimento, preparo e colocação de cordoalhas aderentes “*CP 190 RB D = 15,2 mm*”, de custo unitário inferior ao da cordoalha engraxada. Essa foi, inclusive, a composição adotada como referência para a definição da composição paradigma para o serviço.



Sobrepreço do orçamento base

Considerando todo o exposto, conclui-se pelo **sobrepreço** por preços das composições adotadas no orçamento base para remunerar os serviços relacionados à protensão das vigas longarinas das OAE, tanto pela consideração em duplicidade de insumos, como pela consideração de serviços não condizentes com as especificações de projeto e, ainda, mais onerosos à Administração Pública.

De início, a fim de se estabelecer o preço paradigma para os serviços, esclarece-se que a equipe de auditoria adotou como **referência** três composições de serviço do SICRO e que, em seu entendimento, são suficientes para remunerar a integralidade dos serviços correlatos à protensão das vigas longarinas, a saber:

1. Para fornecimento e colocação de bainha metálica circular, bem como para a injeção de calda (nata) de cimento: composição SICRO de código 4507842 “*Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas $D = 15,2$ mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento*”;
2. Para fornecimento, preparo e colocação de cordoalha: composição SICRO de código 4507957 “*Cordoalha CP 190 RB $D = 15,2$ mm - fornecimento, preparo e colocação*”; e
3. Para ancoragem ativa, incluindo protensão e nicho de madeira para o dispositivo: composição SICRO de código 4507756 “*Ancoragem ativa para 12 cordoalhas $D = 15,2$ mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão*”.

A partir dessas composições, a fim de se estabelecer as composições de custo paradigmas, procedeu-se a ajustes pontuais para melhor adequá-las à situação da obra em análise. Esclarece-se que se buscou adotar as mesmas premissas do orçamento base e do Termo de Referência da licitação das obras, quais sejam, adoção, sempre que possível, de custos previstos no SINAPI em detrimento dos previstos no SICRO; tabela SICRO não desonerada, data-base 4/2020; e tabela SINAPI não desonerada, data-base 9/2020.

Nesse sentido, para o serviço de **bainha metálica circular**, adotou-se como paradigma basicamente a composição SICRO modificada pela orçamentista da SODF: “4507842 M - *Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas $D = 15,2$ mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento*” (Figura 4.8).

O único ajuste feito foi em relação ao coeficiente de consumo dos materiais “M2473 - *Bainha metálica - $D = 80$ mm*” e “M0052 - *Fita de PVC de 50 mm x 50m*”, vez que os indicados na composição original SICRO são 1,04 m/m e 1,13098 m/m, respectivamente (Tabela 4.3, na seção “C - Material”), e os considerados pela orçamentista, sem qualquer justificativa



técnica para tanto, foram de 1,13 m/m e 1,00 m/m (Figura 4.8). Esse ajuste minorou o custo unitário da composição de serviço na data-base do orçamento base de R\$ 64,66/m para R\$ 60,44/m (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Detalhamento da composição de serviço de bainha metálica circular adotada como **paradigma**.

4507842 M - Paradigma Auditoria	SICRO	Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas D = 15,2 mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento. Origem SICRO 4507842				
		Produção equipe		17,540	M	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
A - EQUIPAMENTOS						
SICRO	E9026	Bomba para injeção de nata de cimento - 2,2 kW	CHP	0,20076	2,9562	R\$ 0,59
SICRO	E9026	Bomba para injeção de nata de cimento - 2,2 kW	CHI	-	1,6188	-
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHP	0,20076	9,1977	R\$ 1,85
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHI	-	1,3899	-
SINAPI-C	E9024	Misturador de nata cimento - 1,5 kW	CHP	0,20076	19,6548	R\$ 3,95
SINAPI-C	E9719	Talha manual com capacidade de 3 t	CHP	-	19,3066	-
Custo horário total de Equipamentos						R\$ 6,39
B - MÃO DE OBRA						
SINAPI-C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,0000	22,75	R\$ 45,50
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	6,0000	16,87	R\$ 101,22
Custo horário total de Mão de Obra						R\$ 146,72
Custo horário total de Execução						R\$ 153,11
Custo unitário de Execução						R\$ 8,73
C - MATERIAL						
SINAPI-C	32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	0,07936	6,15	R\$ 0,49
SINAPI-C	132	ADITIVO PLASTIFICANTE RETARDADOR DE PEGA E REDUTOR DE AGUA PARA CONCRETO, LIQUIDO E ISENTO DE CLORETOS	L	0,01987	5,51	R\$ 0,11
SINAPI-C	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG /M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,00821	13,98	R\$ 0,11
SICRO	M2473	Bainha metálica - D = 80 mm	M	1,0400	46,6312	R\$ 48,50
SINAPI-C	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	4,97000	0,47	R\$ 2,34
SICRO	M2422	Mangueira cristal trançado ar/água com capacidade de 250 lb - D = 1/2 "	M	0,0063	3,3384	R\$ 0,02
SICRO	M0052	Fita de PVC de 50 mm x 50m	M	1,13098	0,1128	R\$ 0,13
SICRO	M3353	Purgador plástico	UN	0,0125	1,0794	R\$ 0,01
Custo unitário total de Material						R\$ 51,71
D - ATIVIDADES AUXILIARES						
Custo unitário total Atividades Auxiliares						-
CUSTO TOTAL						R\$ 60,44

Elucida-se que, embora haja a previsão de ligação provisória de energia para o canteiro de obras, a equipe de auditoria manteve na estrutura da composição paradigma o custo associado ao gerador de energia (equipamento “E9066 - *GRUPO GERADOR - 13/14 Kva*”, previsto na composição SICRO de referência) por entender que tal equipamento seria necessário para atender à demanda dos equipamentos envolvidos no serviço de injeção de nata de cimento nas bainhas (misturador e bomba).

Assim, considerando o critério de medição do serviço de bainha metálica – comprimento efetivamente executado, desconsiderando eventuais perdas[4.11] –, o custo unitário paradigma desse serviço como sendo de R\$ 60,44/m, bem como o quantitativo total de 2.097,76 m de bainha metálica previsto no projeto executivo original – 74,92 m por viga longarina (Figura 4.11), sendo 28 vigas longarinas em ambas as OAE –, tem-se um custo total para o serviço de R\$ 126.788,61 e um preço total de **R\$ 152.577,42**, considerando o BDI de 20,34% do orçamento base.

Figura 4.11 – Tabela de protensão de cada OAE, conforme projeto executivo original.

TABELA DE PROTENSÃO CP-190 RB				ALONGAMENTO TOTAL (mm)
Nº DO CABO	QUANT.	COMPR. DA BAINHA(m)	COMPR. DO CABO (m)	
1	1	25,04	27,04	164
2	1	24,96	26,96	164
3	1	24,92	26,92	164
TOTAL	3	74,92	80,92	–
TOTAL PARA 1 VIGA				1015 kg
TOTAL PARA 14 VIGAS				14210 kg

Fonte: Adaptado de Prancha 13/17, Projeto Estrutural, maio/2014, DE 0935 OAE-08 013 (SEI nº 38855502, p. 167) e DE 0935 OAE-9 013 (SEI nº 38855542, p. 158).

Já para o serviço de **fornecimento, corte e posicionamento de cordoalhas**, foram feitos dois ajustes em relação à composição SICRO de referência (de código 4507957):

- Adoção dos custos de mão de obra previstos no SINAPI, em detrimento dos previstos no SICRO; e
- Remoção do custo associado ao gerador de energia (equipamento “E9521 - *GRUPO GERADOR - 2,5/3 Kva*”) previsto na estrutura da composição SICRO de referência, visto que o equipamento utilizado para corte das cordoalhas (equipamento “E9717 - *Máquina policorte - 2,2 Kw*”) teve seu



consumo considerado quando da estimativa do consumo mensal de energia elétrica do canteiro (composição “CPU-01”, criado pela própria orçamentista, cujo detalhamento consta da página 62 do orçamento base – SEI nº 50505294).

Nesses termos, definiu-se como paradigma a seguinte composição SICRO modificada, de custo unitário total, na data-base do orçamento base, de R\$ 10,33/kg:

Tabela 4.4 – Detalhamento da composição de serviço de fornecimento, corte e posicionamento de cordoalhas adotada como paradigma.

4507957 M - Paradigma Auditoria	SICRO	Cordoalha CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação. Origem; SICRO 4507957				
		Produção equipe		1020,610	KG	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
A - EQUIPAMENTOS						
SICRO	E9717	Máquina policorte - 2,2 kW	CHP	0,77629	0,1056	R\$ 0,08
SICRO	E9717	Máquina policorte - 2,2 kW	CHI	-	0,0691	-
Custo horário total de Equipamentos						R\$ 0,08
B - MÃO DE OBRA						
SINAPI-C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,0000	22,75	R\$ 22,75
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	13,0000	16,87	R\$ 219,31
Custo horário total de Mão de Obra						R\$ 242,06
Custo horário total de Execução						R\$ 242,14
Custo unitário de Execução						R\$ 0,24
C - MATERIAL						
SICRO	M0428	Cordoalha CP 190 RB - D = 15,2 mm	kg	1,0500	9,5565	R\$ 10,03
SICRO	M0076	Disco de corte para policorte - D = 30 cm	UN	0,00047	12,9643	R\$ 0,01
Custo unitário total de Material						R\$ 10,04
D - ATIVIDADES AUXILIARES						
SICRO	3816138 M	Gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha	kg	0,00188	29,3500	R\$ 0,06
Custo unitário total Atividades Auxiliares						R\$ 0,06
CUSTO TOTAL						R\$ 10,33

Salienta-se que a composição auxiliar de código 3816138 M, constante da composição paradigma da cordoalha (Tabela 4.4), é a própria composição auxiliar modificada pela orçamentista constante da composição da cordoalha engraxada (de código 4507959 M), e cujo detalhamento constou do orçamento base:

Tabela 4.5 – Detalhamento da composição de serviço **modificada** do SICRO (código 3816138 M).

3816138 M	SICRO	Gaiola metálica em cantoneira para contenção de cordoalha. Origem; SICRO 3816138				
		Produção equipe			1,000	KG
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
A - EQUIPAMENTOS						
SICRO	E9547	Máquina para solda elétrica - 9,2 kW	CHP	0,12000	0,0778	R\$ 0,01
SICRO	E9547	Máquina para solda elétrica - 9,2 kW	CHI	-	0,0400	-
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHP	0,12000	9,1977	R\$ 1,10
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHI	-	1,3899	-
Custo horário total de Equipamentos						R\$ 1,11
B - MÃO DE OBRA						
SINAPI-C	88315	SERRALHEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1500	22,75	R\$ 3,41
SINAPI-C	88240	AJUDANTE DE ESTRUTURA METÁLICA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,1500	13,96	R\$ 16,05
SINAPI-C	88317	SOLDADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1200	23,49	R\$ 2,82
Custo horário total de Mão de Obra						R\$ 22,29
Custo horário total de Execução						R\$ 23,40
Custo unitário de Execução						R\$ 23,40
C – MATERIAL						
SICRO	M0365	Cantoneira em ferro de abas iguais de 1" x 3/16"	kg	1,0000	4,5259	R\$ 4,53
SICRO	M2130	Eletrodo E70 xx	kg	0,06000	23,8423	R\$ 1,43
Custo unitário total de Material						R\$ 5,96
D - ATIVIDADES AUXILIARES						
Custo unitário total Atividades Auxiliares						-
CUSTO TOTAL						R\$ 29,35

Fonte: Orçamento base, SEI nº 50505294, p. 49.

Esclarece-se que o custo referente ao equipamento “E9066 - GRUPO GERADOR - 13/14 Kva” foi mantido na composição auxiliar de forma conservadora, pois a máquina de solda considerada na estimativa do consumo mensal de energia elétrica do canteiro (composição “CPU-01”, SEI nº 50505294, p. 62) possuía potência distinta da considerada na composição (7,5 kW).

Assim, considerando o critério de medição do serviço de cordoalha – massa dos elementos efetivamente utilizados, desconsiderando eventuais perdas[4.11] –, o custo unitário paradigma desse serviço como sendo de R\$ 10,33/kg, bem como o quantitativo total de 28.063,70 kg de cordoalha previsto no projeto executivo original – 1.002,28 kg de cordoalha por viga longarina (80,92 m de cabo – Figura 4.11, 11 cordoalhas por cabo, e cada cordoalha “CP-



190 RB 15,2” com massa linear de 1,126 kg/m[4.12]), sendo 28 vigas longarinas em ambas as OAE –, tem-se um custo total para o serviço de R\$ 289.898,06 e um preço total de **R\$ 348.863,32**, considerando o BDI de 20,34% do orçamento base.

Por fim, para o serviço de **ancoragem ativa, incluindo protensão e nicho de madeira para o dispositivo**, adotou-se como paradigma a própria composição SICRO modificada pela orçamentista da SODF (“4507756 M - *Ancoragem ativa para 12 cordoalhas D = 15,2 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão*”, representada na Figura 4.3), de custo unitário de R\$ 652,84/un.

E, considerando o critério de medição do serviço de ancoragem ativa – por unidade efetivamente ancorada[4.11] –, o custo unitário paradigma desse serviço como sendo de R\$ 652,84/un, bem como o quantitativo total de 168 un de ancoragens previsto no projeto executivo original – seis un por viga longarina (três cabos por viga e uma ancoragem ativa em cada extremidade do cabo), sendo 28 vigas longarinas em ambas as OAE –, tem-se um custo total para o serviço de R\$ 109.677,12 e um preço total de **R\$ 131.985,45**, considerando o BDI de 20,34% do orçamento base.

Nesse sentido, considerando o preço total de cada uma dos três serviços relacionados à protensão das vigas longarinas, chega-se a um **preço total paradigma de R\$ 633.426,19**, que se comparado ao preço total previsto para o subitem “9.4 – *Protensão para OAE*” do orçamento base (R\$ 1.016.068,35, considerado o BDI de 20,34%), evidencia-se um **sobrepço** por preços excessivos do orçamento base de **R\$ 382.642,16**.

Sobrepço do contrato

Evidenciado o sobrepço do orçamento base em relação aos referidos serviços, passou-se à análise da situação contratual, isto é, considerando os preços ofertados pela licitante vencedora.

Na Tabela 4.6 apresentam-se os custos e preços unitários e totais contratados para os referidos serviços do subitem 9.4, bem como os constantes do orçamento base, para fins de comparação e verificação do desconto concedido na licitação:

Tabela 4.6 – Custos e preços unitários e totais contratados e do orçamento base para os serviços do subitem 9.4.

Item	Descrição	Quant.	C.U. - Orç. Base (R\$)	C.U. - Contr. (R\$)	C.T. - Orç. Base (R\$)	C.T. - Contr. (R\$)	Desconto
9.4	PROTENSÃO PARA OAE						
9.4.1	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8". ORIGEM; SEINFRA-SP 08-79-00	168,00 un	961,38	961,30	161.512,43	161.498,40	0,01%
9.4.2	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00	28.420,00 kg	24,03	24,14	682.818,92	686.058,80	-0,47%
Custo Total do Subitem 9.4					844.331,35	847.557,20	-0,38%
Preço Total do Subitem 9.4 (BDI 20,34%)					1.016.068,35	1.019.950,33	

Observa-se que, apesar de o edital da licitação ter trazido cláusula expressa a respeito da limitação do preço unitário da proposta em relação ao preço unitário adotado no orçamento base, sob pena de desclassificação da proposta[4.13], o preço unitário do serviço previsto no subitem 9.4.2 da proposta da licitante vencedora foi **superior** ao adotado como referência para a licitação. Registra-se que isso não motivou qualquer ressalva por parte da Comissão Permanente de Licitação – CPL da NOVACAP (Relatório SEI-GDF n.º 73/2021 - NOVACAP/PRES/DA/DECOMP/DILIC, SEI n.º 61901399), que decidiu pela aceitação da proposta da licitante nesses exatos termos e julgou-a como vencedora da licitação.

Acrescenta-se, ainda, que a licitante vencedora não adotou as estruturas das composições referenciais do orçamento base para ambas as composições de serviço relacionadas à protensão das vigas, conforme evidenciado pelos detalhamentos constantes da proposta de preços:

Figura 4.12 – Detalhamento das composições de serviço relacionadas à protensão das vigas apresentadas pela licitante vencedora.

Item: 9. 4. 1. CP1089					
COMPOSIÇÃO DE PREÇOS					
ORÇAMENTO: VIADUTO EPIG - INTERSEÇÃO EPCB COM A EPIG (ACESSO AO SETOR SUDOESTE PELO PARQUE DA CIDADE)					
Serviço: ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8". ORIGEM SEINFRA-SP 08-79-00					
Unid: UN					
Mão de Obra	Unid	Qtde	Custo Unitário	Custo Total	
IH1012 - AJUDANTE ESPECIALIZADO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,95	19,46	18,48	
IH1013 - ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,95	21,60	20,52	
Total				39,00	
Material	Unid	Qtde	Custo Unitário	Custo Total	
IO1037 - Ancoragem ativa 12 fios de 5/8"	UN	1,00	922,30	922,30	
Total				922,30	
Preço de Custo				961,30	
Bonificação			20,34%	195,52	
Preço de Venda				1.156,82	

Item: 9. 4. 2.		CP1090			
Serviço: FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00					
Unid: KG					
Mão de Obra					
	Unid	Qtde	Custo Unitário	Custo Total	
IH1009 - AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,15	16,00	2,40	
IH1013 - ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,15	21,60	3,24	
Total				5,64	
Materiais					
	Unid	Qtde	Custo Unitário	Custo Total	
IM1119 - Cimento portland composto cp ii-32	KG	0,34	0,40	0,13	
IO1038 - Bainha flexível metálica galvanizada - d. interno 75mm	M	0,08	33,69	2,56	
IO1039 - Aço de protensão codoalha cp 190 rb 7 - d. nom.=15,2mm	KG	1,03	15,35	15,81	
Total				18,50	
Preço de Custo				24,14	
Bonificação			20,34%	4,91	
Preço de Venda				29,05	

Fonte: Tomo II da Proposta de Preços, Concorrência nº 011/2020 – DECOMP/DA, Consórcio ETERC-PRINCIPAL (SEI nº 59507679, p. 23/24).

É possível que essa não adoção das estruturas das composições referenciais tenha sido motivada pela identificação das inconsistências ora relatadas (duplicidade de insumos e/ou insumos inconsistentes) por parte da licitante. Ocorre que, caso tenha sido esse o real motivo, o procedimento correto a ser feito era o de ter impugnado o edital de licitação, para que tais composições pudessem ser ajustadas e ter seus custos minorados, o que, por sua vez, teria refletido em uma redução do valor total estimado para a licitação. Dos elementos dos autos, infere-se que a licitante buscou eliminar as inconsistências ora identificadas, sem que isso tivesse reflexo financeiro no custo de cada composição de serviço.

Novamente, convém observar que não foi identificado nos autos qualquer menção e/ou questionamento a esse respeito por parte da CPL da NOVACAP quando da análise das propostas de preço das licitantes.

Apesar disso, atendo-se exclusivamente à análise financeira da situação, a aceitação de preço unitário do serviço superior ao estimado pela Administração contribuiu para a majoração do **sobrepreço** inicialmente apurado para os serviços relacionados à protensão das vigas longarinas, passando a ser de **R\$ 386.524,15** no âmbito do contrato.

Superfaturamento

Passa-se, agora, à análise da consumação desse sobrepreço em **superfaturamento** quando da execução contratual, isto é, pela medição e pagamento desses serviços com sobrepreço.

De início, importa lembrar que ao longo da execução contratual o projeto executivo original das OAE foi readequado em fase de obra pelo executante. Esse projeto

executivo readequado, muito embora tenha modificado a idade de aplicação da protensão das vigas longarinas – que havia sido prevista para ser feita em duas fases no projeto executivo original, uma aos 5 dias após a concretagem e outra aos 30 dias da concretagem da viga, passou a ser especificada para ser feita em fase única, aos 24 dias da concretagem ou após o concreto ter atingido uma determinada resistência –, não trouxe nenhuma alteração quanto às especificações técnicas dos serviços ora avaliados.

No entanto, apesar de não ter motivado qualquer alteração contratual, o projeto executivo readequado recalculou os comprimentos e as massas dos cabos de protensão para cada viga longarina, assim como os comprimentos das bainhas metálicas, conforme os seguintes quadros de detalhamento:

Figura 4.13 – Tabelas de detalhamento da protensão das OAE, conforme projeto executivo readequado.

TABELA DE PROTENSÃO DOS CABOS							
CABO	ORDEM DE PROTENSÃO	ANCORAGEM		FORÇA DE PROTENSÃO	ALONG. TEÓRICOS (mm)		
		ESQ.	DIR.		ESQ.	DIR.	TOTAL
C1	1ª	ATIVA	ATIVA	213,105 tf	91,6	91,6	183,2
C2	2ª	ATIVA	ATIVA	213,105 tf	99,3	99,3	198,6
C3	3ª	ATIVA	ATIVA	213,105 tf	100,1	100,1	200,2

TABELA DE CABOS (P/ UMA VIGA)							
CABO	AÇO DE PROTENSÃO	QUANT. DE CORDOALHAS	QUANT. DE CABOS	COMP. (m)		PESO (kg)	
				UNIT.	TOTAL	kg / m	TOTAL
C1	CP-190 RB	11 Ø 15,2 mm	01	27,04	27,04	12,386	334,92
C2	CP-190 RB	11 Ø 15,2 mm	01	26,96	26,96	12,386	333,93
C3	CP-190 RB	11 Ø 15,2 mm	01	26,91	26,91	12,386	333,31

COMP. TOTAL DOS CABOS PARA UMA VIGA: 80,91 m
PESO TOTAL DOS CABOS PARA UMA VIGA: 1002,16 kg

TABELA DE BAINHAS (P/ UMA VIGA)						
CABO	Ø INT. (mm)	Ø EXT. (mm)	QUANT. DE BAINHAS	COMP. (m)		ESPECIFICAÇÃO DA BAINHA
				UNIT.	TOTAL	
C1	85	80	01	25,03	25,03	METÁLICA GALVANIZADA
C2	85	80	01	24,96	24,96	METÁLICA GALVANIZADA
C3	85	80	01	24,91	24,91	METÁLICA GALVANIZADA

COPRIMENTO TOTAL DE BAINHAS PARA UMA VIGA: 74,90 m

Fonte: Folha 13/16, Projeto Executivo de Readequação - OAE, setembro/2021 (SEI nº 81045785).

Identifica-se que a única diferença significativa em relação ao projeto executivo original diz respeito ao cálculo da massa dos cabos para cada viga (1.002,16 kg), que indica uma consideração correta da massa linear especificada na NBR 7483 da ABNT.

Assim, o projeto readequado ajustou o quantitativo inicialmente previsto para o item “FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO”, Código 08-73-00 modificado da tabela SEINFRA-SP, subitem 9.4.2 do contrato, que passou a ser de **28.060,48 kg** (1.002,16 kg por viga, sendo um total de 28 vigas).

Esclarecidos esses pontos advindos da readequação do projeto executivo das OAE, passa-se à análise da medição desses serviços.

A medição dos serviços atinentes à protensão das vigas longarinas constou exclusivamente da 11ª medição (Processo SEI nº 00110-00002094/2022-91), correspondente ao período de 1º/6/2022 a 1º/7/2022, sendo que os quantitativos medidos para cada um dos serviços, bem como os preços contratuais associados, foram os seguintes:

Tabela 4.7 – Medição dos serviços do subitem 9.4.

Item	Descrição	Quant. Medida	C.U. - Contr. (R\$)	C.T. - Contr. (R\$)
9.4	PROTENSÃO PARA OAE			
9.4.1	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 ". ORIGEM; SEINFRA-SP 08-79-00	168,00 un	961,30	161.498,40
9.4.2	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00	28.060,48 kg	24,14	677.379,99
Custo Total Medido do Subitem 9.4				838.878,39
Preço Total Medido do Subitem 9.4 (BDI 20,34%)				1.009.506,25

Além disso, muito embora o projeto readequado tenha mantido as especificações da bainha metálica previstas para a protensão das vigas, nos mesmos termos do projeto executivo original, isto é, bainha metálica galvanizada de diâmetro (\varnothing) interno de 80 mm e externo de 85 mm, a equipe de auditoria identificou, quando da observação de campo, a utilização de bainhas metálicas de \varnothing 75 mm por parte do executante (Figura 4.14).

Figura 4.14 – Utilização de bainhas metálicas de \varnothing 75 mm por parte do executante.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).



Esclarece-se que a utilização de bainha com o referido diâmetro é possível do ponto de vista técnico, entretanto, justifica um ajuste no custo do serviço, vez que, além da própria diferença de custo do insumo (bainha), também influencia em uma menor utilização de insumos relacionados à injeção de calda de cimento – diminui-se a seção livre da bainha que seria preenchida pela nata.

Assim sendo, definiu-se nova composição de custo paradigma para o serviço de **bainha metálica circular**, tomando-se como referência a composição SICRO de código 4508175, de mesma data-base do orçamento base, e adotando-se a mesma premissa mencionada anteriormente, qual seja, a adoção dos custos de mão de obra previstos no SINAPI, em detrimento dos previstos no SICRO. Dessa forma, chegou-se a um custo paradigma para o serviço de **R\$ 48,81/m**, com uma composição com o seguinte detalhamento:

Tabela 4.8 – Detalhamento da nova composição de serviço de bainha metálica circular adotada como **paradigma**.

4508175 M - Paradigma Auditoria	SICRO	Bainha metálica diâmetro 75 mm para 11 cordoalhas D = 15,2 mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento. Origem SICRO 4508175				
		Produção equipe		18,020	M	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
A - EQUIPAMENTOS						
SICRO	E9026	Bomba para injeção de nata de cimento - 2,2 kW	CHP	0,20083	2,9562	R\$ 0,59
SICRO	E9026	Bomba para injeção de nata de cimento - 2,2 kW	CHI	-	1,6188	-
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHP	0,20083	9,1977	R\$ 1,85
SICRO	E9066	GRUPO GERADOR - 13/14 Kva	CHI	-	1,3899	-
SINAPI-C	E9024	Misturador de nata cimento - 1,5 kW	CHP	0,20083	19,6548	R\$ 3,95
SINAPI-C	E9024	Misturador de nata cimento - 1,5 kW	CHI	-	19,3066	-
Custo horário total de Equipamentos						R\$ 6,39
B - MÃO DE OBRA						
SINAPI-C	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	2,0000	22,75	R\$ 45,50
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	6,0000	16,87	R\$ 101,22
Custo horário total de Mão de Obra						R\$ 146,72
Custo horário total de Execução						R\$ 153,11
Custo unitário de Execução						R\$ 8,50
C - MATERIAL						
SINAPI-C	32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	0,07936	6,15	R\$ 0,49
SINAPI-C	132	ADITIVO PLASTIFICANTE RETARDADOR DE PEGA E REDUTOR DE AGUA PARA CONCRETO, LIQUIDO E ISENTO DE CLORETOS	L	0,01711	5,51	R\$ 0,09



SINAPI-C	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	KG	0,00790	13,98	R\$ 0,11
SICRO	M2472	Bainha metálica - D = 75 mm	M	1,0400	36,0168	R\$ 37,46
SINAPI-C	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	4,28000	0,47	R\$ 2,01
SICRO	M2422	Mangueira cristal trançado ar/água com capacidade de 250 lb - D = 1/2 "	M	0,00625	3,3384	R\$ 0,02
SICRO	M0052	Fita de PVC de 50 mm x 50m	M	1,06814	0,1128	R\$ 0,12
SICRO	M3353	Purgador plástico	UN	0,0125	1,0794	R\$ 0,01
Custo unitário total de Material						R\$ 40,32
D - ATIVIDADES AUXILIARES						
Custo unitário total Atividades Auxiliares						-
CUSTO TOTAL						R\$ 48,81

Ante o exposto, adotando os quantitativos indicados no projeto readequado para o aço de protensão e para a bainha metálica, conforme valores indicados na Figura 4.13, o **preço total paradigma** para o subitem “9.4 – Protensão para OAE” é de **R\$ 603.993,93** (Tabela 4.9), que se comparado ao preço total medido no contrato (R\$ 1.009.506,25, Tabela 4.7), evidencia-se um **superfaturamento** por preços excessivos dos serviços de **R\$ 405.512,32**.

Tabela 4.9 – Custos e preços unitários e totais paradigmas para os serviços do subitem 9.4.

Item	Descrição	Quant. Paradigma	C.U. - Contr. (R\$)	C.T. - Contr. (R\$)
9.4	PROTENSÃO PARA OAE			
	Bainha metálica diâmetro 75 mm para 11 cordoalhas D = 15,2 mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento. Origem SICRO 4508175	2.097,20 m	48,81	102.364,33
	Cordoalha CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação. Origem; SICRO 4507957	28.060,48 kg	10,33	289.864,76
	Ancoragem ativa para 12 cordoalhas D = 15,2 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão. Origem SICRO 4507756	168,00 un	652,84	109.677,12
Custo Total Paradigma do Subitem 9.4				501.906,21
Preço Total Paradigma do Subitem 9.4 (BDI 20,34%)				603.993,93

Além disso, considerando que a integralidade dos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas já foram executados e medidos, salienta-se que o saldo contratual restante do serviço do item 9.4.2 “FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO” deve ser, oportunamente, suprimido por meio de aditivo contratual (quantitativo remanescente de 359,52 kg, ao preço contratual, com BDI, de R\$ 10.444,08).



Manifestação da unidade auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 30/5/2023, por meio do IAC nº 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 113851991), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1778/2023 – SODF/GAB/ASSESP, de 28/8/2023 (SEI nº 121025462), encaminhou “*a manifestação das unidades técnicas desta Pasta*” consignada nos seguintes documentos:

- Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635);
- Despacho – SODF/SUPOP/UNIIRC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532); e
- Despacho – SODF/SUAF/UNEORBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).

Como a irregularidade identificada teve como uma de suas causas o sobrepreço das composições de custo definidas no orçamento base da licitação para remunerar os serviços relacionados à protensão das vigas longarinas das OAE, em decorrência da duplicidade de insumos e da inclusão de serviços auxiliares não condizentes com as definições de projeto, a fiscalização da SODF, consoante registrado no Despacho – SODF/SUAF/UNEORBRAS (SEI nº 119541803), encaminhou, por meio Despacho – SODF/SUAF/UNEORBRAS, de 1º/7/2023 (SEI nº 114227687), os apontamentos do IAC para a Subsecretaria de Projetos Orçamento e Planejamento de Obras – SUPOP da SODF se manifestar.

Assim sendo, a SUPOP se manifestou por meio do Despacho – SODF/SUPOP/UNIIRC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532), emitido por sua Unidade Especial de Elaboração de Orçamentos – UNIIRC, conforme se segue:

[...]

2. Após uma criteriosa análise técnica, **observamos a inclusão da CPU AUXILIAR - SICRO-M - 4507787 M - ANCORAGEM PASSIVA ADERENTE PARA 12 CORDOALHAS D=15,2 MM- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO na CPU-SEINFRA-SP 08-79-00 ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V12 D=5/8" (UN). Como a mesma não foi executada, cabe a supressão deste serviço, além da mão de obra já existente na CPU AUXILIAR 4507756-M - ANCORAGEM ATIVA PARA 12 CORDOALHAS D=15,2 MM-COM PLACA DE ANCORAGEM, BLOCO, CUNHAS TRIPARTIDAS, TROMBETA E PROTENSÃO.** Segue abaixo como ficará a nova CPU SEINFRA-M 08-79-00 M:



3. CPU - LICITAÇÃO

08-79-00 M	SEINFRA-SP	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 ". ORIGEM; SEINFRA-SP 08-79-00			UN	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
SICRO M	4507756 M	Ancoragem ativa para 12 cordoalhas D = 15,2 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão. Origem SICRO 4507756	UND	1,0000000	652,84	R\$ 652,84
SICRO M	4507787 M	Ancoragem passiva aderente para 12 cordoalhas D = 15,2 mm - fornecimento e instalação. ORIGEM; SICRO 4507787	UND	1,0000000	270,80	R\$ 270,80
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9500000	22,86	R\$ 21,72
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,9500000	16,87	R\$ 16,03
CUSTO TOTAL						R\$ 961,38

4. CPU REVISADA

08-79-00 M	SEINFRA-SP	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 ". ORIGEM; SEINFRA-SP 08-79-00			UN	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
SICRO M	4507756 M	Ancoragem ativa para 12 cordoalhas D = 15,2 mm com placa de ancoragem, bloco, cunhas tripartidas, trombeta e protensão. Origem SICRO 4507756	UND	1,0000000	652,84	R\$ 652,84
CUSTO TOTAL						R\$ 652,84

5. CPU-SEINFRA-SP 08-73-00 M FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. Neste caso **teremos que fazer a supressão do cimento e da mão de obra de colocação da bainha já inclusa nas CPU SICRO-M 4507842 M E 4507959** . Em contrapartida estas CPUs não possuem os SERVIÇOS DE PROTENSÃO, portanto o mesmo deverá ser incluído. Segue abaixo como ficará a nova CPU SEINFRA-M 08-73-00 M:

6. CPU - LICITAÇÃO

08-73-00 M	SEINFRA-SP	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00			KG	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal
SICRO M	4507842 M	Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas D = 15,2 mm, semirrígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento. Origem SICRO 4507842	M	0,0760000	64,66	R\$ 4,91
SICRO M	4507959 M	Cordoalha engraxada CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação. Origem; SICRO 4507959	KG	1,0300000	12,52	R\$ 12,90
SINAPI	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	0,3420000	0,47	R\$ 0,16
SINAPI	88238	AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1500000	17,62	R\$ 2,64
SINAPI	88245	ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1500000	22,75	R\$ 3,41
CUSTO TOTAL						R\$ 24,03

7. CPU REVISADA

08-73-00 M	SEINFRA-SP	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00				KG	
Fonte	Código Externo	Descrição	Unid.	Consumo	Custo	SubTotal	
SICRO M	4507842 M	Bainha metálica diâmetro 80 mm para 12 cordoalhas D = 15,2 mm, semirígida, redonda, com montagem e injeção de nata de cimento. Origem SICRO 4507842	M	0,0760000	64,66 R\$	4,91	
SICRO M	4507959 M	Cordoalha engraxada CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação. Origem: SICRO 4507959	KG	1,0300000	12,52 R\$	12,90	
SEINFRA-SP-M	25221-M	SERVIÇO DE PROTENSÃO 20% DO (MAT E MDO)	%	0,2000000	17,81 R\$	3,56	
CUSTO TOTAL						R\$ 21,37	

8. **Sugerimos, s.m.j., baseados nesta análise o valor para a supressão e acréscimo, conforme planilha abaixo:**

9. LICITAÇÃO

9.4	PROTENSÃO PARA OAE - LICITAÇÃO						
9.4.1	SEINFRA-SP M	08-79-00 M	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 ". ORIGEM; SEINFRA-SP 08-79-00	168,00	UN	R\$ 961,38	R\$ 161.512,43
9.4.2	SEINFRA-SP M	08-73-00 M	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00	28.420,00	KG	R\$ 24,03	R\$ 682.818,92
TOTAL DO SubItem 9.4							R\$ 844.331,35

10. REVISADA

9.4	PROTENSÃO PARA OAE - REVISADA						
9.4.1	SEINFRA-SP M	08-79-00 M	ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8 ". ORIGEM; SEINFRA-SP 08-79-00	168,00	UN	R\$ 652,84	R\$ 109.677,12
9.4.2	SEINFRA-SP M	08-73-00 M	FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8", INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO. ORIGEM SEINFRA-SP - 08-73-00	28.420,00	KG	R\$ 21,37	R\$ 607.384,06
TOTAL DO SubItem 9.4							R\$ 717.061,18

11. Após análise das composições conforme demonstrado em epígrafe, **entendemos que existe motivação para glosa, no entanto encontramos valores divergentes ao apresentado pela CGDF, de R\$ 405.512,32 para R\$ 127.270,17 (R\$ 844.331,35 - R\$ 717.061,18).**

12. Diante do exposto, s.m.j, **fica a critério dos executores a adoção das composições revisadas por esta área técnica. (grifo nosso)**

Observe-se que a SUPOP concordou com a análise realizada pela equipe de auditoria em relação à composição do **serviço de ancoragem do sistema de protensão das vigas longarinas** (composição de código 08-79-00, da tabela SEINFRA-SP, que fora modificada pela orçamentista da SODF), concluindo que a composição de serviço utilizada para estimar o custo do serviço na licitação foi indevidamente ajustada, ao incorporar na composição de serviço insumos em duplicidade e serviço em desacordo às especificações do projeto.

Assim sendo, a SUPOP anuiu que a composição de custo unitário adequada para o serviço foi a considerada como **paradigma** pela equipe de auditoria: a composição de serviço



modificada de código 4507756 do SICRO, de custo unitário de R\$ 652,84/*un* (Figura 4.3), que prevê todos os custos associados ao serviço de ancoragem ativa para cabos com 12 cordoalhas, bem como ao serviço de protensão das cordoalhas.

Por sua vez, em relação **aos demais serviços relacionados ao sistema de protensão das vigas longarinas**, que no orçamento base foram orçados por meio de uma única composição de custo unitário – composição modificada de código 08-73-00 da tabela SEINFRA-SP (08-73-00 M) –, a SUPOP não acatou a metodologia adotada pela equipe de auditoria para a definição dos custos paradigmas, qual foi, de segregar os demais serviços em duas composições de custo unitário do SICRO distintas: uma para fornecimento e colocação de aço de protensão (código 4507957 M SICRO, Tabela 4.4); e outra para fornecimento e colocação de bainha metálica, bem como para injeção de calda de cimento (código 4507842 M SICRO, Tabela 4.3).

Nesse sentido, a SUPOP tentou modificar novamente a composição de código 08-73-00 da SEINFRA-SP para obter uma composição adequada para os demais serviços relacionados ao sistema de protensão das vigas longarinas.

Nessa nova tentativa, a SUPOP, em que pese ter reconhecido a duplicidade de certos insumos (materiais e mão de obra) apontada pela equipe de auditoria – em decorrência da substituição de insumos da composição original SEINFRA-SP por composições de serviço do SICRO –, incorreu novamente em erros, os quais **desqualificam** a utilização da composição sugerida como sendo a paradigma para a apuração do sobrepreço do contrato e do conseqüente superfaturamento.

De início, repare-se que a SUPOP incluiu na composição revisada, conforme detalhamento apresentado no parágrafo 7 da manifestação, o serviço “25221 - *SERVIÇO DE PROTENSÃO 20 PORC DO MAT.E MÃO DE OBRA (08.73)*”, previsto na estrutura da composição original SEINFRA-SP, **diferentemente** do que havia feito a orçamentista na definição da composição do orçamento base.

Inclusive, a equipe de auditoria havia registrado no IAC que a atuação da orçamentista, na oportunidade, estava **correta**, vez que o custo referente ao serviço de protensão das cordoalhas já estava considerado no custo da composição de serviço 08-79-00 M do orçamento base, referente a ancoragem ativa, mais especificamente, em decorrência da inclusão da composição de serviço SICRO 4507756 M em sua estrutura.

Assim, considerando que a composição revisada para o **serviço de ancoragem do sistema de protensão das vigas longarinas** é a própria composição de serviço modificada de



código 4507756 do SICRO – a qual já remunera a protensão das cordoalhas –, a inclusão do serviço de protensão dentro da composição de serviço 08-73-00 M revisada é indevida, pois configura duplicidade de serviço.

Ainda, note-se que a SUPOP manteve na estrutura da composição 08-73-00 M revisada a composição de serviço de código 4507959 M do SICRO, referente ao serviço de “*cordoalha engraxada CP 190 RB D = 15,2 mm - fornecimento, preparo e colocação*” (grifo nosso).

Lembre-se que a equipe de auditoria, ao relatar o achado no IAC, havia pontuado a distinção entre cordoalhas aderentes (nuas) e cordoalhas não aderentes (engraxadas), bem como salientado que a solução prevista no projeto licitado (e mantida no projeto readequado) era a de **protensão aderente** para as vigas longarinas, a qual utiliza **cordoalhas nuas – e não engraxadas** –, posicionadas em bainhas metálicas, com posterior injeção de nata de cimento.

Assim, como afirmado anteriormente, a consideração de cordoalhas não aderentes (engraxadas) na composição de serviço 08-73-00 M configura a utilização de composição **mais onerosa** à Administração e **não condizente** com as especificações de projeto.

Ademais, conforme também já havia sido apontado no relato inicial, é inadequada a consideração do coeficiente de consumo de 1,03 para o serviço de fornecimento, preparo e colocação de cordoalha do SICRO, vez que a composição original 08-73-00 da SEINFRA-SP previa esse consumo para o insumo (material) “cordoalha”. Ao se substituir o insumo pela composição de serviço do SICRO, não se justifica a manutenção de um coeficiente de consumo acima de 1, vez que o SICRO já previu, na aferição da composição, todas as perdas associadas para se executar uma unidade do serviço de fornecimento, preparo e colocação de cordoalha.

Nesse sentido, e considerando que o quantitativo total de bainha metálica utilizada na protensão das vigas longarinas pode ser apurado com exatidão a partir do projeto, defende-se que o procedimento correto seria o descrito inicialmente no IAC, isto é, de **segregar** os demais serviços relacionados à protensão das vigas **em duas composições SICRO independentes**: uma para fornecimento e colocação de aço de protensão; e outra para fornecimento e colocação de bainha metálica, bem como para injeção de calda de cimento.

Concluindo, a equipe de auditoria entende que a alternativa proposta pela SUPOP, isto é, de revisar a composição 08-73-00 M **não deve prosperar** como alternativa à apresentada no IAC, vez que a nova composição revisada também contém erros que ocasionam o seu sobrepreço.



No que diz respeito ao superfaturamento indicado pela SUPOP, de R\$ 127.270,17 (R\$ 844.331,35 - R\$ 717.061,18), em detrimento do apurado pela equipe de auditoria, de R\$ 405.512,32 (R\$ 1.009.506,25 - R\$ 603.993,93), convém trazer luz a dois aspectos adicionais, que extrapolam a definição dos custos paradigmas das composições de serviço previstas no orçamento base: a readequação do projeto em fase de obra, e a situação fática na execução dos serviços.

Em relação ao primeiro aspecto, conforme explanado no subitem “*Superfaturamento*” deste Ponto de Auditoria, o projeto executivo das OAE licitado foi readequado em fase de obra pelo executante, o que resultou no recálculo dos comprimentos e das massas dos cabos de protensão, bem como dos comprimentos das bainhas metálicas, conforme os quadros de detalhamento apresentados na Figura 4.13.

Como destacado, essa readequação do projeto resultou na redução do quantitativo inicialmente previsto para o item “*FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO*”, Código 08-73-00 modificado da tabela SEINFRA-SP, subitem 9.4.2 do contrato, que passou a ser de **28.060,48 kg**.

Assim sendo, na análise do superfaturamento – e da conseqüente glosa – a SUPOP deveria ter considerado o quantitativo do serviço **efetivamente executado**, conforme demonstrado na Tabela 4.7, e não o quantitativo originalmente previsto no orçamento base (de 28.420,00 kg), vez que a fiscalização, corretamente, somente atestou a execução do quantitativo do serviço previsto no projeto readequado.

No que tange à situação fática na execução dos serviços, também fora consignado no subitem “*Superfaturamento*” que a equipe de auditoria identificou, quando da observação de campo, a utilização de bainhas metálicas de 75 mm de diâmetro (\emptyset) por parte do executante (Figura 4.14), em detrimento das bainhas metálicas previstas em ambos os projetos original e readequado, isto é, bainhas metálicas galvanizadas de diâmetro interno de 80 mm e externo de 85 mm.

Como registrado no IAC, apesar de essa substituição ser passível do ponto de vista técnico, ela suscita a necessidade de ajustes na composição do serviço de bainha metálica circular, vez que o próprio insumo (bainha) de menor diâmetro possui um custo unitário inferior ao de maior diâmetro, bem como a redução no diâmetro interno da bainha reduz o volume utilizado de nata de cimento, que, por sua vez, implica na redução do consumo de outros insumos presentes na composição.



Em vista disso que foi proposta nova composição paradigma para o serviço de bainha metálica, conforme detalhado na Tabela 4.8, ao custo unitário contratual de R\$ 48,41/m. Destarte, na análise do superfaturamento – e da consequente glosa – a SUPOP também deveria ter considerado o ajuste da composição de serviço da bainha metálica, em decorrência dessa situação verificada na execução do serviço.

Pois bem, ante os motivos expostos, entende-se que o superfaturamento indicado pela SUPOP (de R\$ 127.270,17) **não deve prosperar em detrimento do indicado pela equipe de auditoria** (de R\$ 405.512,32).

Por sua vez, a fiscalização da SODF, tendo recebido a resposta da UNIORC /SUPOP, além de reproduzir na íntegra essa manifestação, registrou as seguintes informações adicionais a respeito da presente constatação:

4.5. Nesse sentido, **por esta fiscalização entender que a SUPOP/SODF é a área técnica competente para avaliar e analisar os ajustes necessários** a serem promovidos nas composições de protensão visando evitar superfaturamento, **acataremos a glosa de R\$ 127.270,17** (cento e vinte e sete mil, duzentos e setenta reais e dezessete centavos) **apurada pela SUPOP/SODF**, nesse primeiro momento.

4.6. **Caso, em nova análise por parte dos auditores do contrato, se verifique que ainda há necessidade da glosa do montante total de R\$ 405.512,32** (quatrocentos e cinco mil, quinhentos e doze reais e trinta e dois centavos), **esta fiscalização procederá imediatamente a glosa do valor de R\$ 278.242,18** (duzentos e setenta e oito mil duzentos e quarenta e dois reais e dezoito centavos) restantes.

4.7. **O valor de R\$ 127.270,17** [...] apurado pela SUPOP/SODF **foi glosado na 24ª medição** do Contrato nº. 020/2021 (id. [119918739](#)):

[...]

4.8. Diante de todo o exposto acima, segue manifestação desta fiscalização sobre as causas, consequências e recomendações a serem tomadas:

Causa

Em 2020:

a) Sobrepreço das composições de custo definidas no orçamento base da licitação para remunerar os serviços relacionados à protensão das vigas longarinas das OAE, em decorrência da duplicidade de insumos e da inclusão de serviços auxiliares não condizentes com as definições de projeto; e

Fiscalização:

Foi verificada, pela SUPOP/SODF, a existência de sobrepreço nas composições licitadas.

Em 2022:

b) Falha da fiscalização na medição e pagamento dos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas das OAE, tendo em vista a utilização de composições de custo com duplicidade de insumos e com serviços auxiliares não condizentes com as definições de projeto e com os serviços efetivamente executados.

Fiscalização:

Falha sanada, após ajustes da SUPOP/SODF.



Entretanto, é importante destacar que, em outros serviços executados no contrato - como por exemplo no item de escavação do viaduto -, essa fiscalização procedeu glosas a favor do erário. Essa fiscalização sempre se mostrou preocupada em renumerar à contratada os serviços que realmente estavam executados.

Propostas de recomendações e orientações:

[...]

R.9) Proceder à glosa de R\$ 405.512,32 [...]

Fiscalização:

Nesse sentido, por esta fiscalização entender que a SUPOP/SODF é a área técnica competente para avaliar e analisar os ajustes necessários a serem promovidos nas composições de protensão visando evitar superfaturamento, acataremos, a glosa de R\$ 127.270,17 (cento e vinte e sete mil, duzentos e setenta reais e dezessete centavos) apurada pela SUPOP/SODF, nesse primeiro momento.

Caso, em nova análise por parte dos auditores do contrato, se verifique que ainda há necessidade da glosa do montante total de R\$ 405.512,32 (quatrocentos e cinco mil, quinhentos e doze reais e trinta e dois centavos), esta fiscalização procederá imediatamente a glosa do valor de R\$ 278.242,18 (duzentos e setenta e oito mil, duzentos e quarenta e dois reais e dezoito centavos) restantes.

R.10) Proceder, oportunamente, à supressão por meio de aditivo contratual do quantitativo remanescente do item de serviço “FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5 /8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO”, tendo em vista que a integralidade dos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas já foram executados e medidos.

Fiscalização:

Esse item será avaliado até o término do Contrato nº 020/2021.

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Observe-se, então, que os executores do contrato, balizados pela manifestação apresentada pela SUPOP, acataram, nesse primeiro momento, apenas a glosa no valor indicado por ela (de R\$ 127.270,17). No entanto, salientaram que procederiam imediatamente a glosa do valor remanescente (R\$ 278.242,18), caso a equipe de auditoria, na análise da manifestação da SODF, mantivesse o posicionamento a respeito da necessidade de glosa no valor integral indicado no IAC.

Nesse sentido, conforme motivos expostos anteriormente, a equipe de auditoria entende que a análise realizada pela SUPOP não merece prosperar em detrimento da apresentada inicialmente no IAC. Por esse motivo, e considerando que a SODF efetuou uma glosa parcial do valor indicado na 24ª medição do Contrato (SEI nº 119918739), convém alertar a SODF acerca da necessidade de se proceder à **glosa integral do valor apurado pela equipe de auditoria**, ou seja, a SODF deve proceder a glosa adicional de **R\$ 278.242,15**, referente à diferença de valor entre as duas apurações (equipe de auditoria e SUPOP).



Assim sendo, como a recomendação “R.9” do IAC versa sobre a glosa de R\$ 405.512,32, ela será mantida neste relatório final (porém, renumerada para “R.12”) para fins de monitoramento de seu atendimento por esta CGDF.

No que tange à recomendação “R.10” do IAC, a respeito da supressão, por meio de aditivo contratual, do quantitativo remanescente do item de serviço “FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO”, a fiscalização informou que “Esse item será avaliado até o término do Contrato nº 020/2021”.

Desse modo, de igual forma, essa recomendação inicial (renumerada para “R.13” neste relato final) será mantida para fins de monitoramento de seu atendimento por esta CGDF.

Causa

Em 2020:

a) Sobrepreço das composições de custo definidas no orçamento base da licitação para remunerar os serviços relacionados à protensão das vigas longarinas das OAE, em decorrência da duplicidade de insumos e da inclusão de serviços auxiliares não condizentes com as definições de projeto; e

Em 2022:

b) Falha da fiscalização na medição e pagamento dos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas das OAE, tendo em vista a utilização de composições de custo com duplicidade de insumos e com serviços auxiliares não condizentes com as definições de projeto e com os serviços efetivamente executados.

Consequência

Pagamento indevido no valor de **R\$ 405.512,32**, resultante do pagamento de serviços por preços manifestamente superiores aos tomados como paradigma.



Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

- R.12) Proceder à glosa de **R\$ 405.512,32** nas próximas medições do Contrato nº 020/2021 – SODF em decorrência do superfaturamento por preços excessivos identificado nos itens de serviço “*FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO*”, código 08-73-00 modificado da tabela SEINFRA-SP, e “*ANCORAGEM ATIVA SÉRIE V 12 Ø = 5/8”*”, código 08-79-00 modificado da tabela SEINFRA-SP; e
- R.13) Proceder, oportunamente, à supressão por meio de aditivo contratual do quantitativo remanescente do item de serviço “*FORNECIMENTO E COLOCAÇÃO DE AÇO DE PROTENSÃO CP-190 RB 12 DIÂMETRO 5/8”, INCLUIDO BAINHA, PROTENSÃO E INJEÇÃO*”, tendo em vista que a integralidade dos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas já foram executados e medidos.



3.1.5. SUPERFATURAMENTO NOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO

Classificação da falha: Tipo C

De início, esclarece-se que os serviços de pavimentação compreendem os relativos à camada de sub-base, à camada de base, à imprimação, à pintura de ligação, ao concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ[5.1] e à aquisição dos ligantes asfálticos.

Note-se que, desses serviços, somente haviam sido selecionados na amostra inicial da auditoria (Tabela 1 da Introdução) os referentes à execução de:

- Camada de sub-base (item 15 da Curva ABC: “*CASCALHO DE CAVA*”, código 4743 da tabela SINAPI);
- Camada de base (item 9 da Curva ABC: “*BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL*”, código 4011276 modificado da tabela SICRO); e
- Cimento asfáltico de petróleo – CAP (item 11 da Curva ABC).

Além desses, menciona-se o serviço de momento de transporte (item 3 da Curva ABC: “*TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020*”, código 95876 da tabela SINAPI), que foi previsto em diversas ocorrências do orçamento base para remunerar o transporte de diversos materiais e de diferentes etapas da obra.

No entanto, em decorrência da identificação de uma irregularidade na análise da execução do serviço de camada de base no que diz respeito à geometria do trechos viários executados, e por essa geometria também influenciar direta ou indiretamente a quantificação de todos os demais serviços de pavimentação, entendeu-se pertinente a extensão da análise para avaliar os quantitativos medidos desses serviços, ainda que a análise para alguns desses serviços tenha sido simplificada e limitada ao simples ajuste da geometria do trecho.

Nesses termos, citam-se os serviços de pavimentação inicialmente selecionados na amostra e os correlatos que foram incluídos na análise, indicando as quantidades medidas acumuladas até a 12ª medição e os preços unitários[5.2] e totais correspondentes:



Tabela 5.1 – Serviços de pavimentação medidos até a 12ª medição.

Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (RS)	P.T. - Contr. (RS)
DESVIO PROVISÓRIO						
Camada de Sub-base						
60	96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m ³	1.867,16	7,40	13.818,70
15	4743	CASCALHO DE CAVA	m ³	2.074,63	84,64	175.589,11
42	100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M3 / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m ³	2.074,63	5,93	12.308,26
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	m ³ . km	62.238,76	1,60	99.538,28
57	93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	m ³ . km	20.123,86	0,54	10.897,68
Camada de Base						
9	4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO:4011276	m ³	1.757,33	222,16	390.407,62
42	100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M ³ / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m ³	1.757,33	5,93	10.425,82
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	m ³ . km	52.719,89	1,60	84.314,78
57	93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	m ³ . km	8.962,38	0,54	4.853,40
CBUQ						
17	4011463 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011463	t	1.249,08	132,72	165.778,16
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	m ³ . km	2.100,67	1,60	3.359,60
Imprimação						
76	96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI). ORIGEM SINAPI - 96401	m ²	10.003,19	0,75	7.463,46
Pintura de Ligação						
79	96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EMULSÃO (RR-1C). ORIGEM SINAPI - 96402	m ²	10.003,19	0,70	6.981,95



Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (R\$)	P.T. - Contr. (R\$)
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO						
Imprimação						
45	41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETROLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	12,00	2.888,60	34.674,20
Pintura de Ligação						
63	41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTACAO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	5,00	2.444,20	12.230,19
CBUQ						
11	41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	68,46	3.466,32	237.288,79
Preço total medido dos serviços de pavimentação até a 12ª medição						1.269.929,98

Para fins redacionais, segregar-se-á a análise por tópicos, como feito no orçamento base, a saber: camada de sub-base, camada de base, imprimação, pintura de ligação e CBUQ, sendo que a aquisição de cada ligante asfáltico, bem como eventuais transportes envolvidos na importação dos materiais, serão abordados em conjunto com o serviço correspondente.

Ademais, esclarece-se que iniciar-se-á a análise pelo serviço de camada de base, visto que a irregularidade que motivou a ampliação da amostra foi nele identificada.

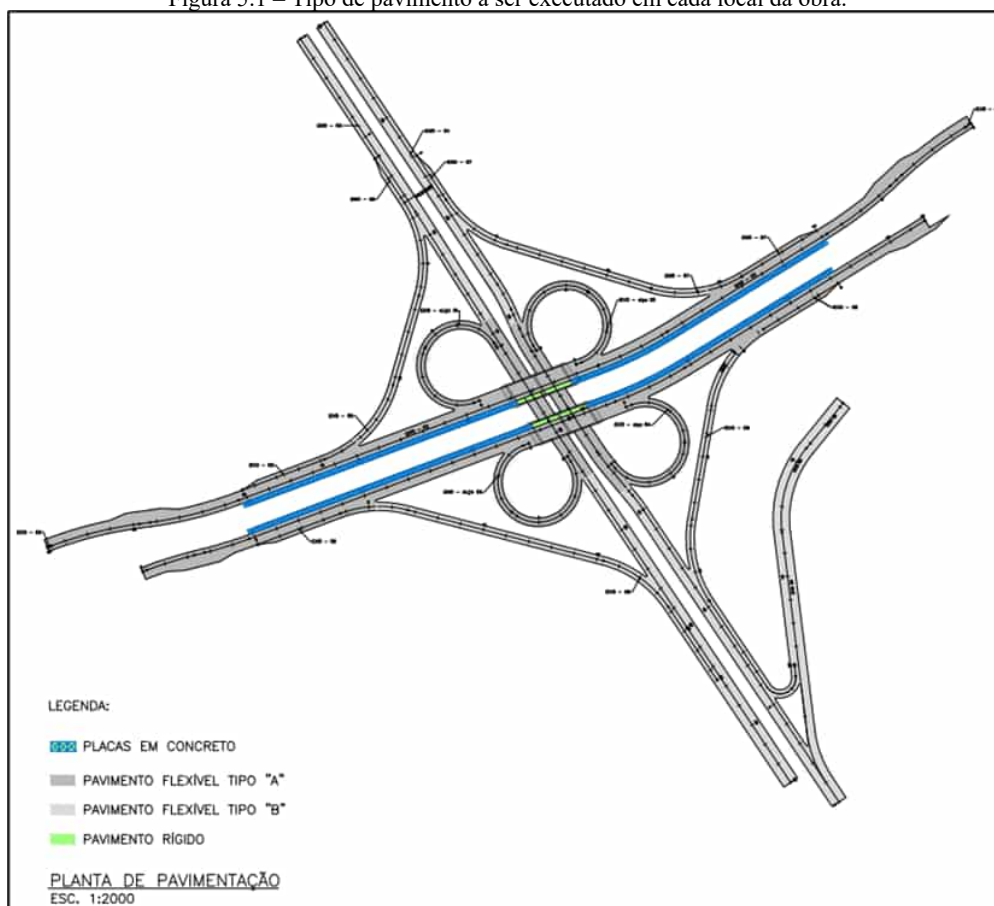
Camada de base

Em relação ao item 9 da Curva ABC (“*BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL*”, código 4011276 modificado da tabela SICRO), detectou-se superfaturamento por quantidade, decorrente da medição e pagamento de quantidades superiores às efetivamente executadas.

Inicialmente, esclarece-se que o referido item de serviço foi previsto em projeto para remunerar a execução da camada de base do pavimento, constituída de brita graduada. A base é a camada da pavimentação destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente à camada subjacente, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado (norma DNIT 141/2021-ES).

De acordo com o Projeto de Pavimentação licitado[5.3] (SEI nº 38855315), há a previsão de execução de pavimento flexível e de pavimento rígido de concreto, sendo esse último exclusivamente no local de implantação do corredor de ônibus ao longo da EPIG. Esse detalhamento do tipo de pavimento a ser executado é demonstrado na Figura 5.1.

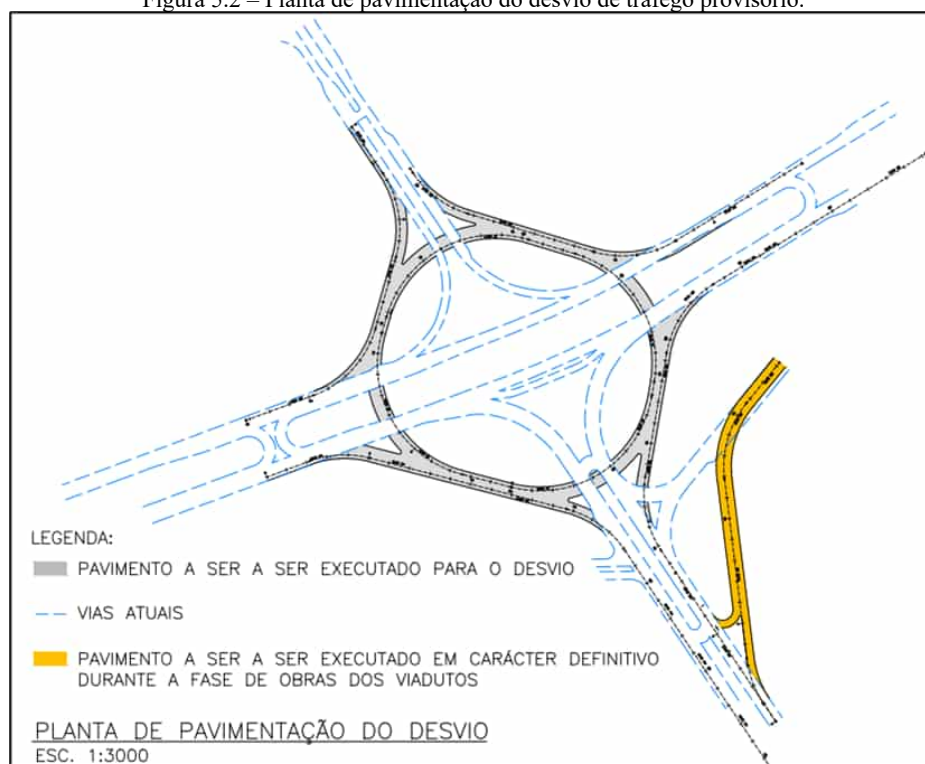
Figura 5.1 – Tipo de pavimento a ser executado em cada local da obra.



Fonte: Planta geral do Projeto de Pavimentação, folha 01/03, SEI nº 38855315, p. 52.

Ainda, por se tratar de uma obra em uma rodovia de tráfego urbano intenso, foi prevista a implantação de um desvio de tráfego provisório que, nos termos do Termo de Referência que balizou a licitação das obras (subitem 9.6, “*Desvio de Tráfego e Segurança do tráfego durante a execução da obra*”, do item 9, “*Escopo dos Serviços*”, do TR-SODF/109, SEI nº 51409913), deverá permanecer durante toda a fase de construção dos viadutos e escavações de acesso. O desvio de tráfego foi projetado conforme indicado na Figura 5.2 e prevê a utilização das alças de acesso da interseção a ser implantada como pistas auxiliares desse desvio.

Figura 5.2 – Planta de pavimentação do desvio de tráfego provisório.



Fonte: Planta de desvio de tráfego do Projeto de Pavimentação, folha 02/03, SEI nº 38855315, p. 53.

Especificamente quanto ao pavimento flexível, o referido projeto ainda previu a adoção de duas estruturas distintas (“Tipo 01”, ou “Tipo A”, e “Tipo 02”, ou “Tipo B”), a depender do local de sua implantação – o primeiro tipo para a EPIG e o segundo tipo para as vias de acesso à EPIG. Acrescenta-se que o Projeto de Pavimentação especificou que o pavimento a ser executado para o desvio de tráfego provisório seria o do “Tipo 02”. Tal distinção a respeito do local da implantação pode ser observada na Figura 5.1, e o detalhamento de cada uma dessas estruturas de pavimento é apresentado na Figura 5.3.

Figura 5.3 – Detalhamento da estrutura dos dois tipos de pavimento flexível definidos em projeto[5.4].

CBUQ Faixa “C” (5,0 cm)	CBUQ Faixa “C” (5,0 cm)
CBUQ Faixa “A” – binder (6,0cm)	Base granular (ISC > 80%, 100% Proctor Intermediário) (16,0 cm)
Base granular (ISC > 80%, 100% Proctor Modificado) (12,0 cm)	Sub-base granular (ISC > 40%, 100% Proctor Intermediário) (17,0 cm)
Sub-base granular (ISC > 40%, 100% Proctor Intermediário) (15,0 cm)	Subleito compactado e regularizado (ISCproj = 9%, 100% Proctor Normal) (Espessura mínima de 15,0 cm)
Subleito compactado e regularizado (ISCproj = 9%, 100% Proctor Normal) (Espessura mínima de 15,0 cm)	

(a) Pavimento flexível “Tipo 01” ou “Tipo A”. (b) Pavimento flexível “Tipo 02” ou “Tipo B”.

Fonte: (a) Tabela 28 do Projeto de Pavimentação, SEI nº 38855315, p. 45; e Figura 5 do TR-SODF/109, SEI nº 51409913; (b) Tabela 29 do Projeto de Pavimentação, SEI nº 38855315, p. 46; e Figura 6 do TR-SODF/109, SEI nº 51409913.

Assim, note-se que para a avaliação dos serviços referentes à pavimentação é determinante saber o local de sua implantação, bem como saber se a via será definitiva ou provisória, visto que irá determinar a estrutura a ser observada na execução. Especificamente em relação à camada de base granular, isso irá determinar se a espessura a ser executada será de 12,0 ou de 16,0 *cm*.

Além disso, o Projeto de Pavimentação trouxe expressamente, na subseção de “*Especificações técnicas para o pavimento flexível*”, as normas técnicas do DNIT que deveriam ser observadas quando da execução de cada um dos serviços relacionados[5.5]. Tal previsão também constou expressamente do subitem 9.8, “*Serviços de Pavimentação*”, do item 9, “*Escopo dos Serviços*”, do TR-SODF/109, SEI nº 51409913.

No que diz respeito à execução da camada de base do pavimento utilizando brita graduada, a norma técnica que regulamenta o serviço é a DNIT 141/2010-ES. O critério de medição previsto para a composição de serviço é apropriar os quantitativos em volume (m^3), o qual será obtido considerando o comprimento, a largura e a espessura efetivamente executados, **limitados, porém, às seções definidas em projeto**. Assim, no cálculo dos volumes da base devem ser consideradas as larguras e espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico, se inferiores às indicadas em projeto.

Passando-se à análise da execução do serviço referente à camada de base em brita graduada, por meio dos boletins de medição, identificou-se que houve medição do serviço exclusivamente na seção 8 do orçamento base, referente ao “*Desvio provisório de trânsito*”, nas seguintes medições e nos respectivos quantitativos: 2ª medição, 557,75 m^3 ; 3ª medição, 595,98 m^3 ; e 6ª medição, 603,60 m^3 . Esses quantitativos corresponderam à execução do serviço de base nos seguintes trechos viários:

Tabela 5.2 – Detalhamento dos quantitativos medidos para a camada de base.

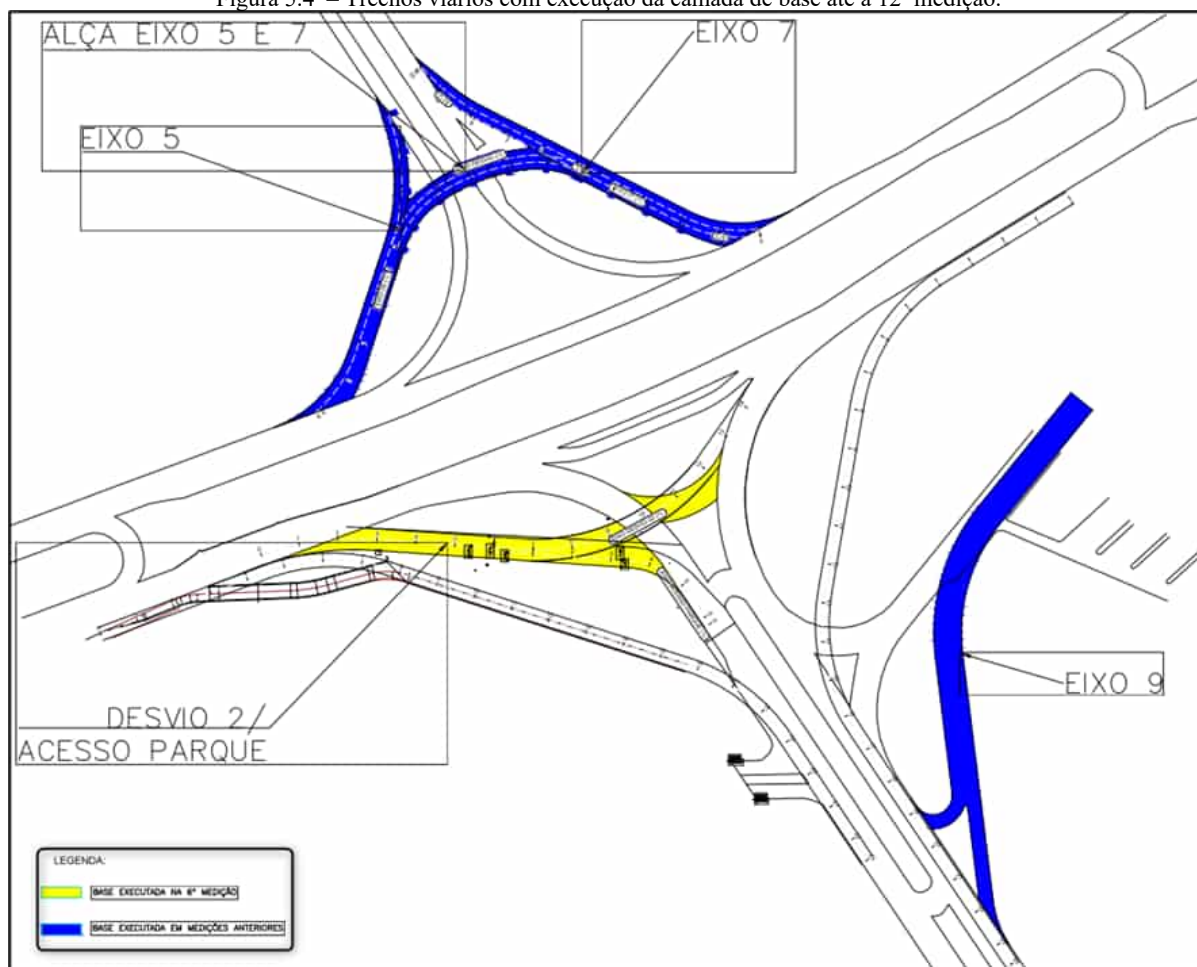
Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Espessura Base (cm)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume Base (m^3)
2ª	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	16,00	60,00	8,00	76,80
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	16,00	91,72	11,50	168,76
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	16,00	80,02	8,00	102,43
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	16,00	114,00	11,50	209,76
	Subtotal					
3ª	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	16,00	119,44	11,50	219,77
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	16,00	60,00	8,00	76,80

3ª	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	16,00	110,44	15,00	265,06
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	16,00	26,84	8,00	34,36
	Subtotal					595,98
6ª	04 - Desvio 2	Tipo 02	16,00	277,86	11,50	511,26
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	16,00	39,80	14,50	92,34
	Subtotal					603,60
Total						1.757,33

Fonte: 2ª medição (SEI nº 71729305, p. 15/18), 3ª medição (SEI nº 73355997, p. 34/37) e 6ª medição (SEI nº 79460716, p. 14 /15).

Para ilustrar os locais de execução desses quantitativos, recorre-se ao croqui acostado aos autos da 6ª medição (Figura 5.4) – conforme consta da legenda, os locais indicados em amarelo correspondem aos executados na 6ª medição e os em azul os executados em medições anteriores.

Figura 5.4 – Trechos viários com execução da camada de base até a 12ª medição.



Fonte: Adaptado de Croqui – BASE, 6ª medição (SEI nº 79461329, p. 16).



Note-se, portanto, da comparação dos locais destacados no croqui da Figura 5.4 com as plantas geral e do desvio provisório (Figura 5.1 e Figura 5.2, respectivamente), que os trechos viários indicados em azul no croqui foram previstos para terem uma estrutura de pavimento do “Tipo 02”, ou seja, com uma camada de base em brita graduada com espessura de 16,0 *cm*. A mesma informação é válida para os trechos viários indicados em amarelo, pois, apesar de terem sofrido uma alteração de traçado em relação à previsão de projeto, esses trechos fazem parte do desvio de tráfego provisório.

Como dito anteriormente, o serviço de base deve ser apropriado em volume (m^3), obtido considerando o comprimento, a largura e a espessura efetivamente executados, limitados, porém, às seções definidas em projeto. Assim, conhecida a espessura prevista em projeto para a camada de base, recorreu-se às notas de serviço de terraplenagem de cada um dos trechos viários executados para a identificação das larguras e comprimentos anotados.

Só que, além dessas informações, quando da avaliação da adequabilidade dos quantitativos medidos, foram buscados outros registros que permitissem a obtenção das quantidades efetivamente executadas.

Ocorre que somente foram localizados nos autos registros a respeito das espessuras – por meio de informações constantes do relatório de controle de compactação realizado pelo laboratório de solos da NOVACAP –, e somente para os trechos viários executados a partir da 3ª medição. Ou seja, os autos indicam que a fiscalização aceitou e mediu os serviços de camada de base executados na 2ª medição (trechos “01 - Eixo 05 - Prov”, “01.1 - Eixo 05 - Prov”, “02 - Eixo 07 - Prov”, “02.1 - Eixo 07 - Prov”) sem a verificação final da qualidade da camada de base (controle geométrico), em descumprimento à norma DNIT 141/2010-ES.

Ressalta-se que a referida norma, em seu item 7.3, especifica que a verificação final da qualidade da camada de base deve ser exercida por meio de determinações executadas de acordo com um plano de amostragem, e que, após a execução da referida camada, deve-se proceder ao controle geométrico mediante a relocação e nivelamento do eixo e das bordas.

Além de não ter sido identificado nos autos qualquer plano de amostragem para o controle tecnológico da camada de base – plano esse que estabelece o número e a frequência de determinações, para os diversos ensaios de controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto (camada de base), e que deve ser aprovado pela fiscalização –, não foi identificado qualquer controle quanto à largura da plataforma e à flecha de abaulamento da camada.

Ademais, para os trechos em que foram localizados os relatórios de controle de compactação da NOVACAP, verificou-se a incompatibilidade entre o que foi medido e o que foi

efetivamente executado apenas no que diz respeito ao trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”, onde a espessura média indicada no relatório da Empresa Pública foi de 15,7 cm (Laudo nº 551-2021, emitido em 22/10/2021, SEI nº 73356122, p. 18), sendo que na medição a espessura considerada foi a de projeto (16,0 cm).

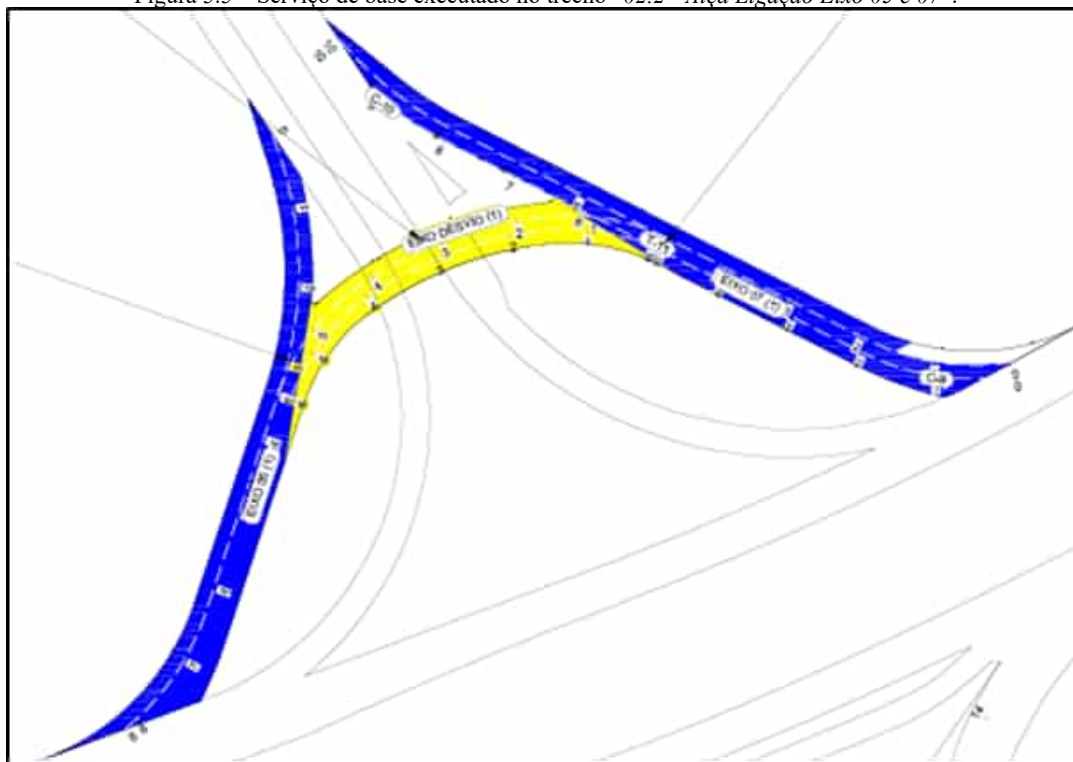
Quanto às extensões dos trechos viários, a forma de apuração da equipe de auditoria baseou-se na comparação das informações constantes das notas de serviço de terraplenagem com os registros fotográficos das medições e as imagens de satélite obtidas pelo *Google Earth*.

Dessa análise, detectou-se **sobreposição parcial** de trechos viários executados em diferentes medições, bem como entre trechos viários executados e vias já existentes, o que resultou na consideração de extensões de trechos superiores às efetivamente executadas.

Alça de ligação entre os Eixos 5 e 7

O primeiro caso de divergência foi verificado na 3ª medição, e refere-se ao trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”. O croqui referente à execução do serviço de camada de base acostado à medição indicou o seguinte traçado para o trecho (destacado em amarelo):

Figura 5.5 – Serviço de base executado no trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”.



Fonte: Adaptado de Croqui – BASE, 3ª medição (SEI nº 73356122, p. 29).

A partir das imagens de satélite do *Google Earth*, confirma-se a execução desse traçado para o referido trecho:

Figura 5.6 – Traçado da “Alça de Ligação Eixo 05 e 07” executada na 3ª medição.



Fonte: *Google Earth*, imagens de 8/2021, 10/2021 e 3/2022.

De acordo com a memória de cálculo dos serviços de pavimentação (SEI nº 73355997, p. 34), a extensão considerada para esse trecho foi de 119,4 m. Essa extensão é fundamentada na nota de serviço de terraplenagem do trecho (Figura 5.7), indicando a execução de serviços da estaca 0 até a estaca 1+19,399 – no padrão de estacas inteiras a cada 100 m – ou da estaca 0 até a 5+19,399 – no padrão de estacas utilizado no croqui da Figura 5.5, isto é, com estacas inteiras a cada 20 m.

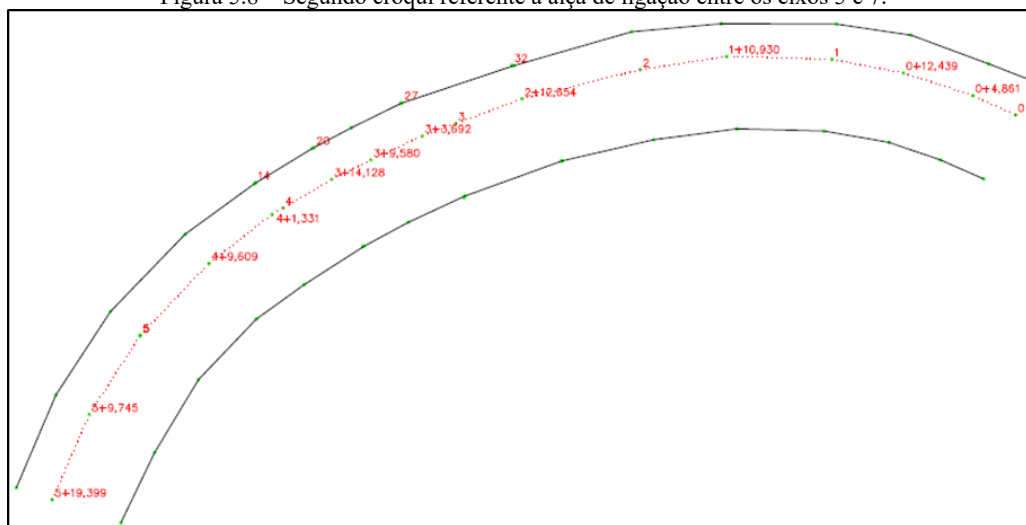
Figura 5.7 – Nota de serviço de terraplenagem da “Alça de Ligação Eixo 05 e 07”.

ESTACAS	EIXO			BORDO ESQUERDO			BORDO DIREITO			SEMI-PLATAFORMA		
	TERRENO	PROJETO	MOVIM.	TERRENO	PROJETO	MOVIM.	TERRENO	PROJETO	MOVIM.	L. ESQ.	L. DIR.	
0	0	1.122,263	1.121,783	0,480	1.122,267	1.121,558	0,709	1.122,485	1.121,903	0,582	7,500	4,000
0+4,861	0+4,861	1.122,459	1.121,979	0,480	1.122,326	1.121,754	0,572	1.122,569	1.122,099	0,470	7,500	4,000
0+12,439	0+12,439	1.122,755	1.122,219	0,536	1.123,093	1.121,994	1,099	1.122,888	1.122,339	0,549	7,500	4,000
1	0+20,00	1.123,129	1.122,459	0,670	1.123,164	1.122,234	0,930	1.123,154	1.122,579	0,575	7,500	4,000
1+10,930	0+30,930	1.123,611	1.122,805	0,806	1.123,592	1.122,580	1,012	1.123,660	1.122,925	0,735	7,500	4,000
2	0+40,00	1.123,536	1.123,093	0,443	1.123,317	1.122,868	0,449	1.123,897	1.123,213	0,684	7,500	4,000
2+12,654	0+52,654	1.124,174	1.123,494	0,680	1.123,786	1.123,269	0,517	1.124,270	1.123,614	0,656	7,500	4,000
3	0+60,00	1.124,007	1.123,491	0,516	1.123,738	1.123,266	0,472	1.124,148	1.123,611	0,537	7,500	4,000
3+3,692	0+63,692	1.124,110	1.123,490	0,620	1.123,757	1.123,265	0,492	1.124,294	1.123,610	0,684	7,500	4,000
3+9,580	0+69,580	1.124,027	1.123,558	0,469	1.123,732	1.123,333	0,399	1.124,204	1.123,678	0,526	7,500	4,000
3+14,128	0+74,128	1.124,275	1.123,611	0,664	1.123,897	1.123,386	0,511	1.124,456	1.123,731	0,725	7,500	4,000
4	0+80,00	1.123,948	1.123,439	0,509	1.123,573	1.123,214	0,359	1.124,130	1.123,559	0,571	7,500	4,000
4+1,331	0+81,331	1.124,106	1.123,400	0,706	1.123,479	1.123,175	0,304	1.124,361	1.123,520	0,841	7,500	4,000
4+9,609	0+89,609	1.123,704	1.123,104	0,600	1.123,333	1.122,879	0,454	1.123,909	1.123,224	0,685	7,500	4,000
5	1+0,00	1.123,366	1.122,732	0,634	1.123,045	1.122,507	0,538	1.123,386	1.122,852	0,534	7,500	4,000
5+9,745	1+9,745	1.122,845	1.122,383	0,462	1.122,669	1.122,158	0,511	1.122,887	1.122,503	0,384	7,500	4,000
5+19,399	1+19,399	1.122,412	1.121,951	0,461	1.122,445	1.121,725	0,720	1.122,312	1.122,070	0,242	7,500	4,000

Fonte: Adaptado de SEI nº 73356122, p. 21.

Note-se que na nota de serviço foram definidas diversas estacas fracionárias para o trecho (destacadas em vermelho), as quais não foram representadas no croqui de execução do serviço (Figura 5.5). No entanto, embora não conste dos autos do processo de medição, localizou-se em outro processo da SODF – Processo SEI nº 00110-00001868/2021-86, referente a tratativas gerais afetas às atividades de Supervisão e Apoio Técnico realizadas pela Supervisora (Contrato nº 018/2021-SODF) – um croqui da alça de ligação (Figura 5.8) que guarda correlação com o estaqueamento fracionário da nota de serviço de terraplenagem (Figura 5.7). Esse croqui fora encaminhado, juntamente com a nota de serviço, pelo executante para análise da SODF, por meio da Carta CE 060-2021 (SEI nº 72002697), de 13/10/2021.

Figura 5.8 – Segundo croqui referente à alça de ligação entre os eixos 5 e 7.

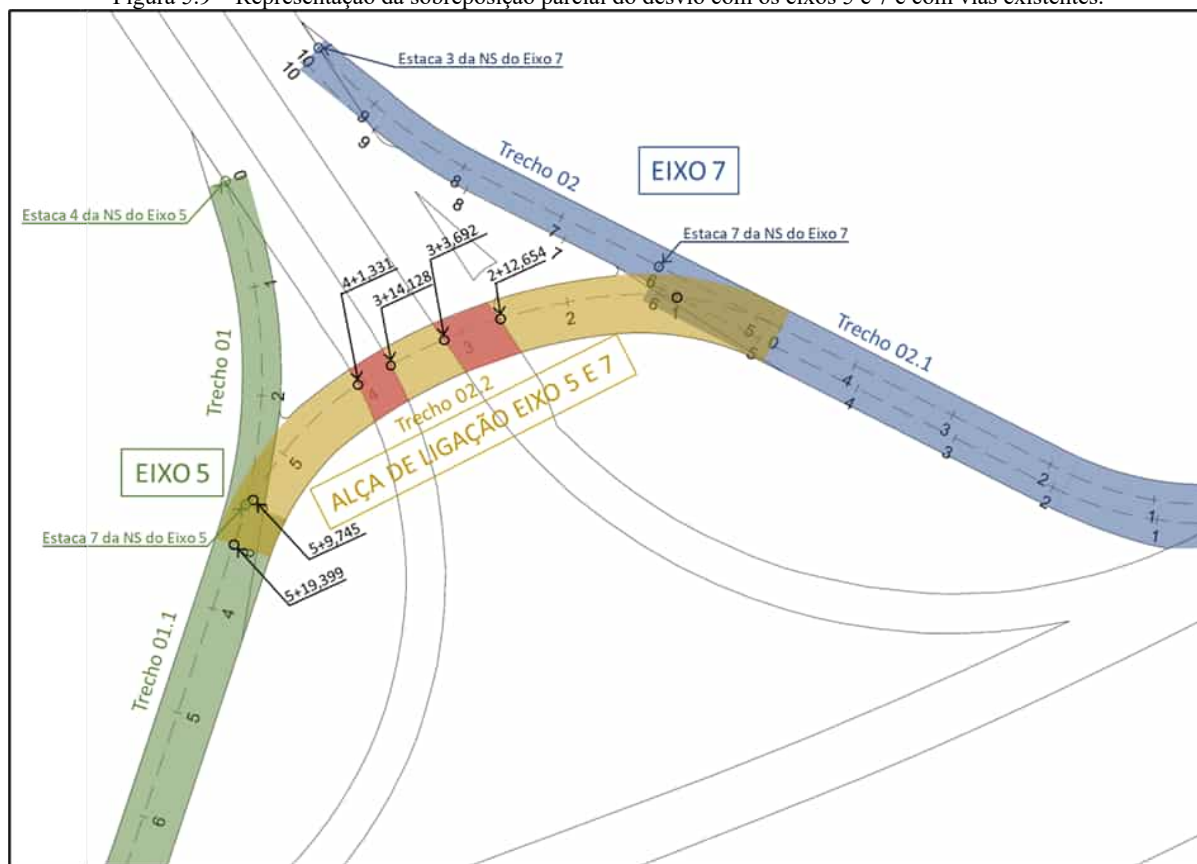


Fonte: Croqui Alça Ligação Eixo 5-7 (SEI nº 72002710).

Apesar de não constar qualquer informação adicional sobre esse estaqueamento fracionário na coluna de “observações” da nota de serviço de terraplenagem (Figura 5.7), seja para indicar eventuais pontos notáveis do projeto geométrico, seja para indicar eventuais concordâncias com outros trechos viários – como a boa prática recomenda –, verificou-se, pela sobreposição desse estaqueamento no croqui do serviço de base (Figura 5.5), que algumas dessas estacas fracionárias foram definidas para indicar pontos de concordância com pavimentos existentes da Avenida das Jaqueiras.

Para ilustrar isso, bem como para demonstrar a sobreposição parcial desse trecho com os Eixos Viários 7 e 5 e com vias existentes, apresenta-se o croqui elaborado pela equipe de auditoria (Figura 5.9), a partir da adaptação do croqui referente ao serviço de base da 3ª medição (Figura 5.5). Note-se que o trecho viário “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07” é representado em amarelo, o “Eixo 5” é representado em verde[5.6], e o “Eixo 7” é representado em azul[5.7], e os trechos de concordância do desvio com pavimentos existentes da Avenida das Jaqueiras são representados em vermelho.

Figura 5.9 – Representação da sobreposição parcial do desvio com os eixos 5 e 7 e com vias existentes.



Fonte: Adaptado de Croqui – BASE, 3ª medição (SEI nº 73356122, p. 29).

Somente a partir dessa representação da Figura 5.9, já é possível demonstrar a inadequação de se considerar a extensão de 119,4 m para o trecho viário “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”, visto que há concordâncias do traçado com o “Eixo 7”, com o “Eixo 5”, e com pavimentos existentes que foram mantidos quando da execução do trecho viário (Figura 5.10).

Figura 5.10 – Registros fotográficos que comprovam a não execução nos locais de concordância com as vias existentes.



(a) Registro feito pelo executante. Fonte: Adaptado do relatório fotográfico da 3ª medição (SEI nº 73356063, p. 44).



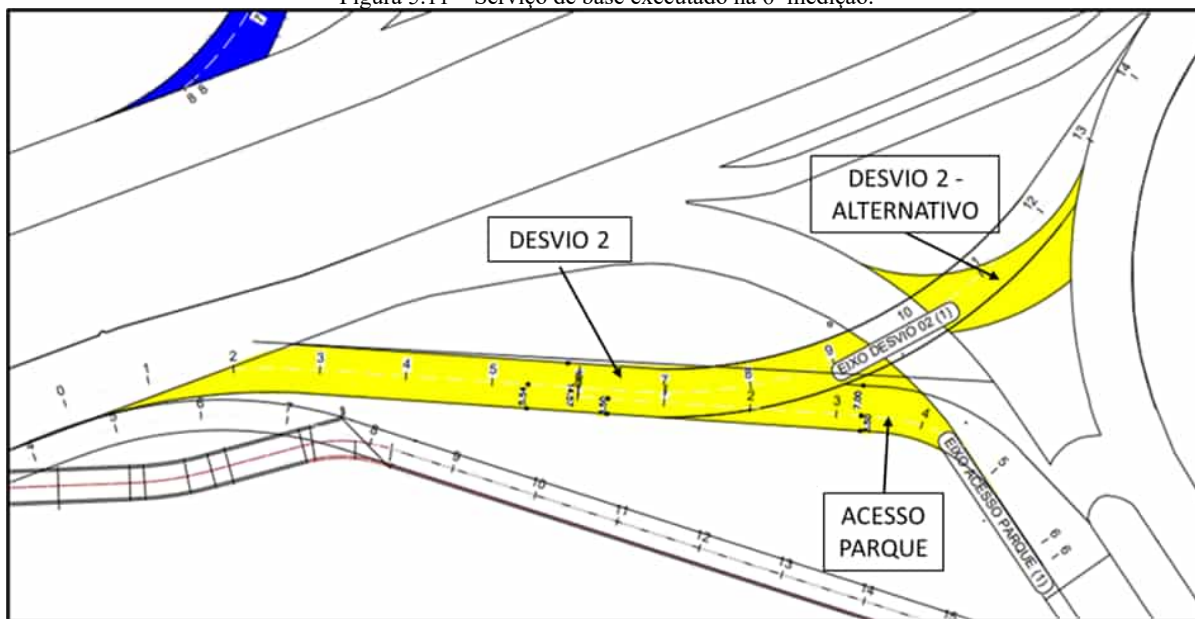
(b) Registro feito pela equipe de auditoria em 12/9/2022 (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Assim, de forma conservadora, procedeu-se ao ajuste da extensão do desvio, obtendo-se uma extensão total de **71,50 m**, que fora obtida pelo somatório das extensões dos seguintes 3 (três) trechos viários: 1º) da estaca 1 à estaca 2+12,654, resultando uma extensão de 32,7 m[5.8]; 2º) da estaca 3+3,692 à estaca 3+14,128, resultando uma extensão de 10,4 m; e 3º) da estaca 4+1,331 à estaca 5+9,745, resultando uma extensão de 28,4 m.

Desvio 2

Dando sequência à análise da execução do serviço de camada de base, o segundo caso de divergência foi verificado no âmbito da 6ª medição (Processo SEI nº 00110-00000555/2022-91). Nessa medição constou a execução do serviço de camada de base referente à dois trechos de vias, um denominado “04 - Desvio 2” e outro “05 - Desvio 2 - Alternativo”, cujos traçados são apresentados no croqui correspondente ao serviço, conforme destaque em amarelo:

Figura 5.11 – Serviço de base executado na 6ª medição.



Fonte: Adaptado de Croqui – BASE, 6ª medição (SEI nº 79461329, p. 16).

A partir das imagens de satélite do *Google Earth*, verifica-se a execução de serviços de pavimentação nos seguintes trechos viários:

Figura 5.12 – Traçado dos desvios executados na 6ª medição.



Fonte: Google Earth, imagens de 10/2021, 3/2022 e 4/2022.

De acordo com a memória de cálculo dos serviços de pavimentação (SEI nº 79460716, p. 14/15), a extensão considerada para o trecho “04 - Desvio 2” foi de 277,9 m e a largura da plataforma foi de 11,5 m, já a extensão considerada para o trecho “05 - Desvio 2 - Alternativo” foi de 39,8 m e a largura da plataforma de 14,5 m. Essas informações foram lastreadas nas notas de serviço de terraplenagem dos trechos (Figura 5.13).

Figura 5.13 – Nota de serviço de terraplenagem dos trechos medidos na 6ª medição.

ESTACAS	DESVIO 2										RELACIONAMENTO TRANSVERSAL %			
	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA										MENOS 2% P/ ESQUERDA			
	RA-1 EPIG-Estrada Parque Indústria Gráfica_DF										LARGURA DO PAVIMENTO 10,50 m			
	EIXO				BORDO ESQUERDO				BORDO DIREITO				BARRA-PLATAFORMA	
	TERRENO	PROJETO	MOVIM.		TERRENO	PROJETO	MOVIM.		TERRENO	PROJETO	MOVIM.		L. ESQ.	L. DIR.
			C	A			C	A			C	A		
0	D+0	1116,936	1116,477	0,46		1116,940	1116,362	0,58		1116,936	1116,592	0,34		
1	0+20	1117,068	1116,261	0,81		1117,072	1116,146	0,93		1116,877	1116,376	0,50		5,750
2	0+40	1117,201	1116,044	1,16		1117,176	1115,929	1,25		1116,568	1116,159	0,41		5,750
3	0+60	1115,841	1115,828	0,01		1116,721	1115,713	1,01		1115,413	1115,943		-0,53	5,750
4	0+80	1115,419	1115,612		-0,19	1115,804	1115,497	0,31		1115,028	1115,727		-0,70	5,750
5	1+0	1115,111	1115,395		-0,28	1115,408	1115,280	0,13		1114,677	1115,510		-0,83	5,750
6	1+20	1114,711	1115,179		-0,47	1115,023	1115,064		-0,04	1114,347	1115,294		-0,95	5,750
7	1+40	1114,687	1114,963		-0,28	1116,442	1114,848	1,59		1113,866	1115,078		-1,21	5,750
8	1+60	1114,528	1114,746		-0,22	1114,999	1114,631	0,37		1114,056	1114,861		-0,81	5,750
9	1+80	1114,829	1114,530	0,30		1115,244	1114,415	0,83		1114,426	1114,645		-0,22	5,750
9+9,50	1+89,50	1114,976	1114,427	0,55		1115,229	1114,312	0,92		1114,715	1114,542	0,17		5,750
10	2	1114,981	1114,444	0,54		1115,238	1114,329	0,91		1114,728	1114,559	0,17		5,750
10+5,00	2+5,00	1114,991	1114,461	0,53		1115,247	1114,346	0,90		1114,740	1114,576	0,16		5,750
11	2+20	1115,566	1114,518	1,05		1115,751	1114,403	1,35		1115,486	1114,633	0,85		5,750
12	2+40	1115,674	1114,593	1,08		1116,202	1114,478	1,72		1115,323	1114,708	0,61		5,750
12+6,00	2+46,00	1115,707	1114,616	1,09		1116,190	1114,501	1,69		1115,256	1114,731	0,53		5,750
13	2+60	1115,909	1114,616	1,29		1116,408	1114,501	1,91		1115,909	1114,731	1,18		5,750
13+17,86	2+77,86	1116,882	1116,352	0,53		1117,263	1116,237	1,03		1116,882	1116,467	0,41		5,750

(a) “Desvio 2”.

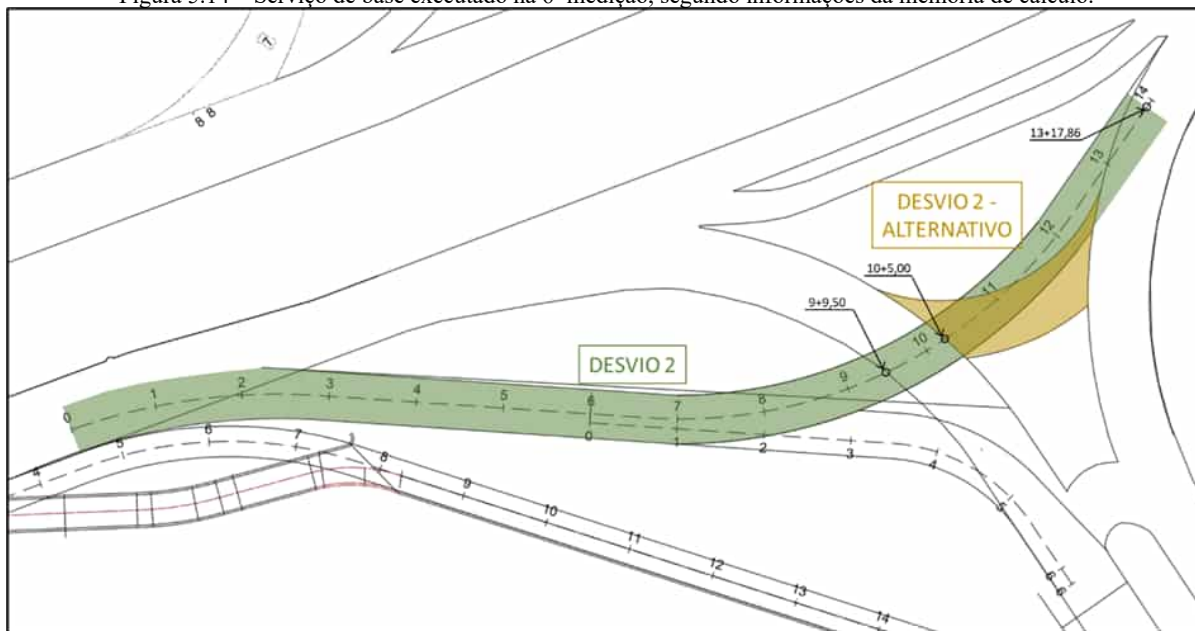
OBRA:	DESVIO 2-ALTERNATIVO										CALCULOU:		REGULAGEM TRANSVERSAL %	
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO:	PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA										CONFERIU:		MENOS 2% P/ ESQUERDA	
LOCALIDADE:	RA-1 EPIG-Estrada Parque Indústria Grafica_DF										ENEP FISCAL:		LARGURA DA PLATAFORMA 14,50 m	
													LARGURA DO PAVIMENTO 13,50 m	
ESTACAS	EIXO				BORDO ESQUERDO				BORDO DIREITO				SEM-PLATAFORMA	
	TERRENO	PROJETO	MOVIM.		TERRENO	PROJETO	MOVIM.		TERRENO	PROJETO	MOVIM.		L. ESQ.	L. DIR.
			C	A			C	A			C	A		
0	0+0	1115,175	1114,280	0,90	1115,580	1114,710	0,87		1114,859	1114,049	0,81		6,750	6,750
0+10,058	0+10,058	1114,730	1114,231	0,50	1114,593	1114,634	-0,04		1114,907	1114,028	0,88		6,750	6,750
1+0,117	0+20,117	1114,952	1114,161	0,79	1114,770	1114,558	0,21		1114,593	1113,964	0,63		6,750	6,750
1+10,175	0+30,175	1115,053	1114,091	0,96	1114,806	1114,483	0,32		1114,794	1113,899	0,90		6,750	6,750
1+19,791	0+39,791	1114,958	1114,045	0,91	1114,993	1114,410	0,58		1114,690	1113,880	0,81		6,750	6,750

(b) “Desvio 2 - Alternativo”.

Fonte: Adaptado de SEI nº 79461225, p. 1/2.

A partir da análise das notas de serviço, verifica-se que a extensão adotada na memória de cálculo para o trecho “04 - Desvio 2” (277,9 m) considera uma execução de camada de base desde a estaca 0 até a estaca 2+77,86 (ou 13+17,86, no padrão de estacas inteiras a cada 20 m da Figura 5.11), e para o trecho “05 - Desvio 2 - Alternativo”, a extensão considerada corresponde à distância entre as estacas 0 e 0+39,791 (ou 1+19,791, no outro padrão). Diante disso, pode-se representar graficamente o que ter-se-ia executado de camada de base, segundo as informações constantes da memória de cálculo dos serviços de pavimentação:

Figura 5.14 – Serviço de base executado na 6ª medição, segundo informações da memória de cálculo.



Fonte: Adaptado de Croqui – BASE, 6ª medição (SEI nº 79461329, p. 16).

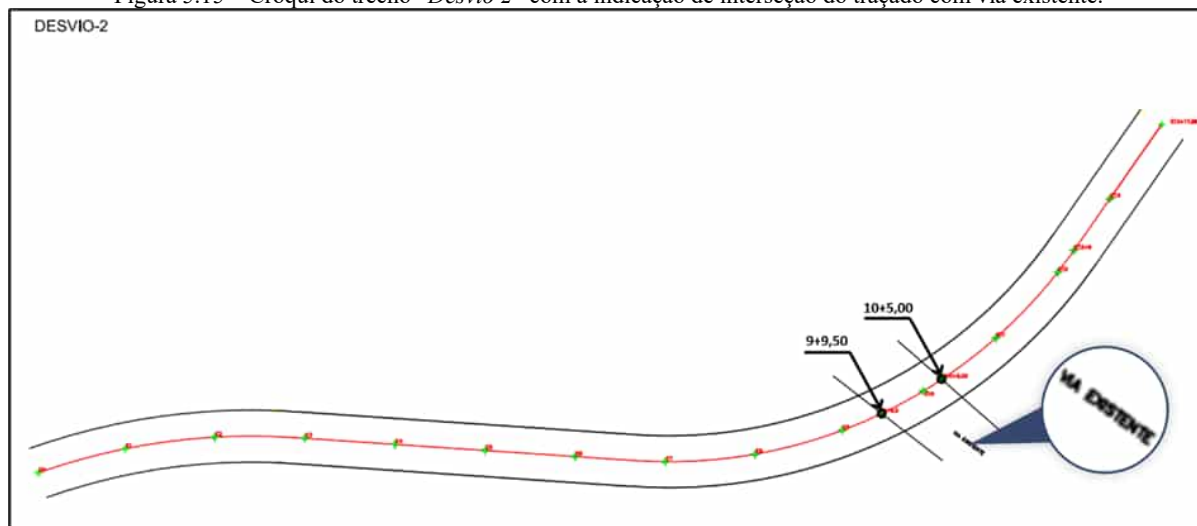
Note-se, porém, a divergência entre o que alegou-se ter sido executado para o serviço de base (Figura 5.11) e o que de fato mediu-se (Figura 5.14). Repare-se que na Figura 5.11 somente foi indicada a execução em parte do “Desvio 2” (da estaca 2 até a estaca 9+9,5), ou

seja, não se indicou a execução de serviços nos dois trechos em que há concordância de traçado com pavimentos existentes da EPIG, quanto no trecho final no estaqueamento, onde há a sobreposição parcial do traçado com o “Desvio 2 - Alternativo” – o que está de acordo com as imagens de satélite (Figura 5.12). No entanto, conforme informações da memória de cálculo da medição, mediu-se a execução do serviço de base nesse trecho viário desde a estaca 0 até a estaca 13+17,86 (Figura 5.14).

Além disso, verifica-se que na Figura 5.11 fora indicada, conforme destaque em amarelo, a execução de serviços de pavimentação no trecho “04.1 - Acesso Parque”, que também pode ser confirmado pelas imagens da Figura 5.12, mas que, por sua vez, não foram considerados na memória de cálculo da 6ª medição – tampouco em qualquer medição posterior até a 12ª –, o que pode ser visualizado na Figura 5.14.

Novamente, embora não conste dos autos do processo de medição, identificou-se no processo de tratativas da SODF com a Supervisora (Processo SEI nº 00110-00001868/2021-86), um croqui do “Desvio 2” (Figura 5.15), que fora encaminhado pelo executante junto com a nota de serviço de terraplenagem do trecho para análise e aprovação da SODF, no qual destaca-se a interseção do desvio com o pavimento existente da EPIG para acesso ao Parque da Cidade, iniciando-se na estaca 9+9,50 e indo até a estaca 10+5,00.

Figura 5.15 – Croqui do trecho “Desvio 2” com a indicação de interseção do traçado com via existente.



Fonte: Adaptado de SEI nº 72437962, encaminhado anexo à Carta CE nº 066-2021 (SEI nº 72437818), de 20/10/2021.

Assim, evidencia-se que a definição dessas duas estações fracionárias foram para delimitar a concordância do trecho viário com o pavimento existente da EPIG, porém, quando da medição dos serviços de pavimentação, tal intervalo não fora desconsiderado da extensão total do trecho (Figura 5.14).

Além das imagens de satélite da Figura 5.12 evidenciarem a não execução de pavimentação nova em substituição da pavimentação existente – note-se que é possível visualizar a sinalização horizontal original no trecho de interseção após a conclusão do desvio –, isso também é confirmado pelo registro fotográfico acostado à 6ª medição (Figura 5.16a), bem como pelo registro da equipe de auditoria em inspeção in loco, onde, além da sinalização, é possível visualizar as emendas entre o pavimento novo e o já existente (Figura 5.16b).

Figura 5.16 – Registro fotográfico que evidencia a manutenção do pavimento existente na execução do desvio provisório.



(a) Registro feito pelo executante.

Fonte: Adaptado do relatório fotográfico da 6ª medição (SEI nº 79461441, p. 2).



(b) Registro feito pela equipe de auditoria em 12/9/2022 (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

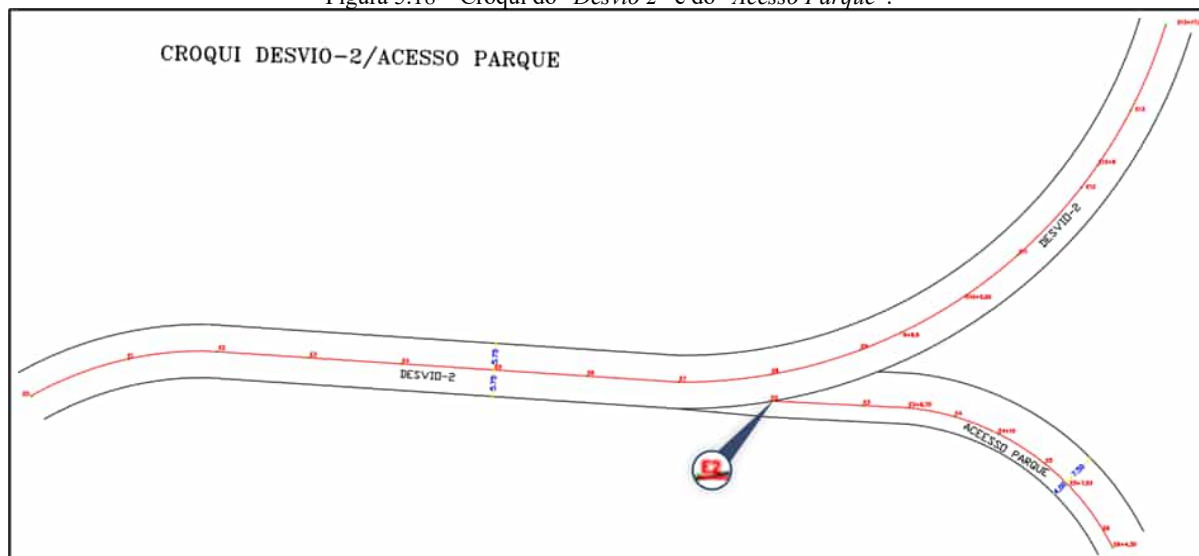
Além disso, também consta dos autos do referido processo de tratativas com a Supervisora a nota de serviço de terraplenagem do “Acesso Parque” (Figura 5.17), que demonstra uma extensão de 50,0 m para o trecho viário (da estaca 0 até a estaca 4+10,0), bem como um croqui que demonstra a concordância desse trecho com o “Desvio 2” (Figura 5.18).

Figura 5.17 – Nota de serviço de terraplenagem do trecho “Acesso Parque”.

OBRA:		ACESSO PARQUE								CALCULO:		INCLINAÇÃO TRANSVERSAL %			
DESCRIÇÃO DO SERVIÇO:		PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA								CONFERIA:		MENOS 2% P/ DIREITA			
LOCALIDADE:		RA-1 EPIG-Estrada Parque Indústria Grafica_DF								ENF FÍSICA:		LARGURA DA PLATAFORMA 11,5 m			
												LARGURA DO PAVIMENTO 10,50 m			
ESTACAS	EIXO				BORDO ESQUERDO				BORDO DIREITO				SEMI-PLATAFORMA		
	TERRENO	PROJETO	MOVIM.		TERRENO	PROJETO	MOVIM.		TERRENO	PROJETO	MOVIM.		L. ESQ.	L. DIR.	
			C	A			C	A			C	A			
2	0+40	1114,046	1114,861		-0,82				1113,732	1114,791		-1,06	7,500	4,000	
3	0+60	1113,854	1114,165		-0,31	1114,386	1114,315	0,07		1113,534	1114,095		-0,56	7,500	4,000
3+9,700	0+69,70	1113,917	1113,828	0,09		1114,483	1113,978	0,50		1113,306	1113,758		-0,45	7,500	4,000
4	0+80	1113,847	1113,470	0,38		1114,216	1113,620	0,60		1113,486	1113,400	0,09		7,500	4,000
4+10,000	0+90	1113,652	1113,122	0,53		1113,785	1113,272	0,51		1113,441	1113,052	0,39		7,500	4,000

Fonte: Adaptado de SEI nº 72780883, encaminhada anexa à Carta CE nº 068-2021 (SEI nº 72780844), de 25/10/2021.

Figura 5.18 – Croqui do “Desvio 2” e do “Acesso Parque”.



Fonte: Adaptado de SEI nº 72780866, encaminhado anexa à Carta CE nº 068-2021 (SEI nº 72780844), de 25/10/2021.

Cumprе salientar que, embora o trecho “04.1 - Acesso Parque” não tenha sido considerado quando da medição dos serviços de pavimentação, tal trecho fora considerado na medição de serviços preliminares à pavimentação na 3ª medição, mais especificamente na medição do serviço “LIMPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL, VEGETAÇÃO E PEQUENAS ÁRVORES (DIÂMETRO DE TRONCO MENOR QUE 0,20 M), COM TRATOR DE ESTEIRAS”, código 98525 da tabela SINAPI – inclusive, com uma extensão superior à indicada na nota de serviço (90,0 m, nos termos do documento de protocolo SEI nº 73355997, p. 28).

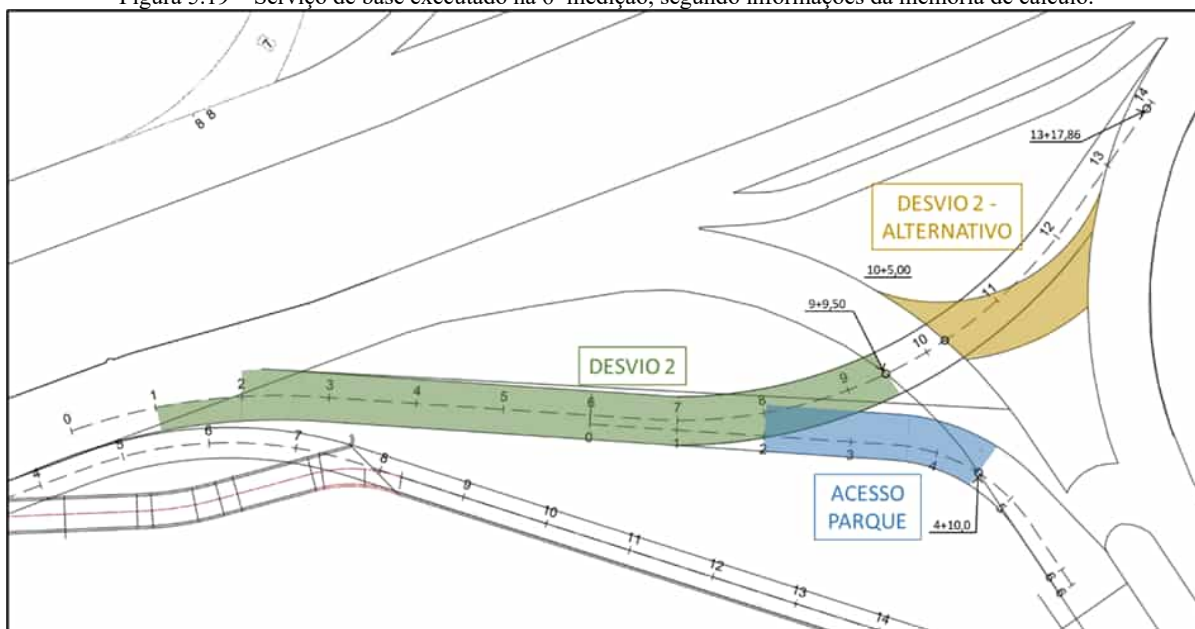
Ante o exposto, procedeu-se ao ajustes da medição dos serviços de camada de base no trecho “04 - Desvio 2”, pela consideração, conservadora, da execução do serviço apenas no intervalo entre a estaca 1 e a estaca 9+9,50, ou seja, em uma extensão de 169,5 m, em detrimento da extensão considerada na medição de 277,9 m, sendo que no trecho de 20,0 m entre a estaca 1 e estaca 2 considerou-se a largura de meia plataforma (5,25 m) para a camada de base, vez que o bordo esquerdo está posicionado sobre o pavimento existente da EPIG.

Por sua vez, considerou-se no cômputo dos quantitativos devidos a execução do serviço de base no trecho “04.1 - Acesso Parque”, conforme informações da nota de serviço de terraplenagem do trecho (Figura 5.17), ou seja, considerou-se a execução da camada de base na extensão de 50,0 m, a uma largura de 11,5 m.

Ademais, considerou-se a execução do serviço no trecho “05 - Desvio 2 - Alternativo”, nos exatos termos considerados na memória de cálculo da 6ª medição, isto é, em uma extensão de 39,8 m e a uma largura de 14,5 m, conforme indicado na nota de serviço de terraplenagem (Figura 5.13b).

Por fim, para ilustrar os trechos viários considerados na apuração dos quantitativos do serviço de camada de base pela equipe de auditoria, apresenta-se o croqui elaborado pela equipe (Figura 5.19).

Figura 5.19 – Serviço de base executado na 6ª medição, segundo informações da memória de cálculo.



Fonte: Adaptado de Croqui – BASE, 6ª medição (SEI nº 79461329, p. 16).

Ante o exposto, procedendo aos devidos ajustes na extensão e espessura da camada de base do trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”, na extensão da camada do trecho “04 - Desvio 2”, bem como ao incluir a execução do serviço no trecho “04.1 - Acesso Parque”, apura-se o quantitativo total executado de 1.540,88 m³ para o serviço de base, conforme o seguinte detalhamento por trecho:

Tabela 5.3 – Detalhamento dos quantitativos ajustados para a camada de base.

Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Espessura Base (cm)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume Base (m ³)
2 ^a	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	16,00	60,00	8,00	76,80
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	16,00	91,72	11,50	168,76
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	16,00	80,02	8,00	102,43
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	16,00	114,00	11,50	209,76
	Subtotal					
3 ^a	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	15,70	71,50	11,50	129,10
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	16,00	60,00	8,00	76,80
	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	16,00	110,44	15,00	265,06
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	16,00	26,84	8,00	34,36
	Subtotal					
6 ^a	04 - Desvio 2	Tipo 02	16,00	20,00	5,75	18,40
				149,50	11,50	275,08
	04.1 - Acesso Parque	Tipo 02	16,00	50,00	11,50	92,00
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	16,00	39,80	14,50	92,34
	Subtotal					
Total						1.540,88

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Assim, apura-se uma diferença de 216,45 m³ entre o quantitativo medido do serviço de base (Tabela 5.2) e o obtido pela equipe de auditoria (Tabela 5.3).

Note-se da Tabela 5.1 que o quantitativo do serviço de execução da camada de base condiciona a quantificação dos demais serviços correlatos à camada de base do pavimento, quais sejam: os serviços relacionados à carga, manobra e descarga do material utilizado para a base (código 100973 da tabela SINAPI, bem como do momento de transporte para importação desse material até a obra (códigos 95876 e 93593, ambos SINAPI).

Assim, procedeu-se aos ajustes dos quantitativos dos serviços correlatos – os quais podem ser consultados na memória de cálculo detalhada dos serviços de pavimentação, por

trecho viário, acostada ao Anexo VI – e apurou-se a diferença de **R\$ 60.353,84** entre o que foi medido e pago ao executante e o calculado pela equipe de auditoria para os serviços relacionados à camada de base do pavimento (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 – Quantitativos e preços totais apurados para os serviços afetos à camada de base.

Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (R\$)	P.T. - Contr. (R\$)
DESVIO PROVISÓRIO						
Camada de Base						
9	4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO;4011276	m ³	1.540,88	222,16	342.320,83
42	100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M3 / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF 07/2020	m ³	1.540,88	5,93	9.141,66
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020	m ³ . km	46.226,34	1,60	73.929,67
57	93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020	m ³ . km	7.858,48	0,54	4.255,60
Preço total apurado dos serviços da camada de base até a 12ª medição						429.647,77
Preço total medido dos serviços da camada de base até a 12ª medição						490.001,61
Diferença						60.353,84

Esclarece-se, apenas, que a unidade de medida da composição de momento de transporte é $m^3.km$, assim, o quantitativo desse serviço é obtido pela multiplicação do volume da base indicado na Tabela 5.3 (1.540,88 m^3) pela DMT associada, de 35,10 km , vez que corresponde à distância entre a origem do material (“Pedreira Ciplan” – conforme previsão de projeto) e o seu destino (obra), conforme também será detalhado mais à frente no Ponto de Auditoria 3.1.6.



Camada de sub-base granular

Dando sequência à análise dos serviços de pavimentação, passa-se à camada de sub-base granular.

A camada de sub-base é executada sobre o subleito ou sobre o reforço de subleito, devidamente regularizado e compactado, e logo abaixo da camada de base. Ela é a primeira das camadas próprias da pavimentação, sendo complementar à base na função estrutural do pavimento.

A norma técnica que regulamenta o serviço é a DNIT 139/2010-ES, embora o termo de referência da licitação das obras e o projeto de pavimentação licitado tenham citado expressamente a norma DNIT 098/2007-ES na especificação desse serviço – que, na verdade, regulamenta a execução de camada de **base** estabilizada granulometricamente com o emprego de solo laterítico.

Em que pese essa divergência quanto à norma que regulamenta os serviços, especificamente no que diz respeito ao critério de medição, ambas as normas e o termo de referência da licitação são uníssonos no sentido de que o serviço deve ser apropriado em volume (m^3), considerando o comprimento, a largura e a espessura efetivamente executados **limitados, porém, às seções definidas em projeto.**

Assim como para o caso do serviço de base, no cálculo dos volumes da sub-base devem ser consideradas as larguras e as espessuras médias da camada obtidas no controle geométrico, se inferiores às indicadas em projeto (norma DNIT 139/2010-ES).

Ademais, a norma DNIT 139/2010-ES ainda prevê que nenhuma medição deve ser processada se a ela não estiver anexado um relatório de controle da qualidade, contendo os resultados dos ensaios e determinações devidamente interpretados, caracterizando a qualidade do serviço executado.

Pois bem. Como descrito na análise anterior para o serviço de base, todos os trechos viários executados até a 12ª medição possuem a estrutura de pavimento flexível definida em projeto como sendo a do “Tipo 02” (Figura 5.3b), o que repercute para a camada de sub-base a especificação de uma espessura de 17,0 *cm*, compactada com energia de 100% Proctor Intermediário.

De igual forma, por meio dos boletins de medição, identificou-se a medição do serviço, por medição e por trecho viário, nos seguintes quantitativos:

Tabela 5.5 – Detalhamento dos quantitativos medidos para a camada de sub-base.

Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Espessura Sub-base (cm)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume Sub-base (m ³)
2 ^a	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	17,00	60,00	8,00	81,60
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	17,00	91,72	11,50	179,31
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	17,00	80,02	8,00	108,83
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	17,00	114,00	11,50	222,87
	Subtotal					
3 ^a	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	17,00	119,44	11,50	233,51
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	17,00	60,00	8,00	81,60
	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	17,00	110,44	15,00	281,62
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	17,00	26,84	8,00	36,50
	Subtotal					
6 ^a	04 - Desvio 2	Tipo 02	17,00	277,86	11,50	543,22
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	17,00	39,80	14,50	98,11
	Subtotal					
Total						1.867,16

Fonte: 2^a medição (SEI nº 71729305, p. 15/18), 3^a medição (SEI nº 73355997, p. 34/37) e 6^a medição (SEI nº 79460716, p. 14/15).

Esclarece-se que, até a 12^a medição, foram executados serviços de sub-base somente nos exatos mesmos locais em que foram executados os serviços de camada de base, sendo que ambas as camadas de sub-base e base de um determinado trecho viário foram medidas na mesma medição.

Note-se, também, da comparação da Tabela 5.5 com a Tabela 5.2 que, para um determinado trecho viário, as extensões e as larguras das camadas de sub-base e de base são exatamente as mesmas. Assim sendo, todos os apontamentos ora relatados para o serviço de base quanto à inadequação dos quantitativos medidos em decorrência da sobreposição parcial dos trechos viários são aqui igualmente válidos, e demandam os exatos mesmos ajustes nas extensões e larguras das camadas de sub-base medidas.

Quanto às espessuras efetivamente executadas, à semelhança da camada de base, somente foram localizados nos autos relatórios de controle de compactação realizados pela NOVACAP para os trechos viários executados a partir da 3^a medição. Assim, tem-se o indicativo de que o serviço de camada de sub-base executado para os trechos viários “01 - Eixo 05 - Prov”, “01.1 - Eixo 05 - Prov”, “02 - Eixo 07 - Prov”, “02.1 - Eixo 07 - Prov” foi aceito e medido pela fiscalização sem a verificação final da qualidade do serviço executado, em descumprimento à norma DNIT 139/2010-ES.



Ressalta-se que a norma DNIT 139/2010-ES, em seu item 7.3, especifica que a verificação final da qualidade da camada de sub-base deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com um plano de amostragem, e que após a execução da sub-base deve-se proceder ao controle geométrico mediante a relocação e nivelamento do eixo e bordas.

Além de não ter sido identificado nos autos qualquer plano de amostragem para o controle tecnológico da camada de sub-base – plano esse que estabelece o número e a frequência de determinações, para os diversos ensaios para controle tecnológico dos insumos, da execução e do produto, e que deve ser aprovado pela fiscalização –, não foi identificado qualquer controle quanto à largura da plataforma e à flecha de abaulamento da camada.

Ademais, para todos os trechos executados a partir da 3ª medição, verificou-se a incompatibilidade entre as espessuras medidas e as espessuras médias obtidas pelos ensaios realizados pela NOVACAP. As espessuras consideradas nas medições foram sempre a de projeto (17,0 cm), sendo que as espessuras médias obtidas pelos ensaios foram as seguintes:

- 16,3 cm para o trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”, conforme Laudo nº 550/2021, de 19/10/2021, SEI nº 73356122, p. 17;
- 15,0 cm para o “Eixo 9” (trechos 03, 03.1 e 03.2), conforme Laudo nº 547/2021, de 7/10/2021, SEI nº 73356122, p. 14; e
- 16,0 cm para os trechos “04 - Desvio 2” e “05 - Desvio 2 - Alternativo”, conforme Laudo nº 005/2022, de 14/1/2022, SEI nº 79460780, p. 3, e Laudo nº 007/2022, de 14/1/2022, SEI nº 79460780, p. 4, respectivamente.

Note-se que, para o “Eixo 9”, os ensaios realizados indicaram uma espessura média da camada de 15,0 cm, que está fora da tolerância de admitida pela norma técnica DNIT 139/2010-ES, que é de $\pm 10\%$ em relação à indicada no projeto (item 7.3), ou seja, de no mínimo 15,3 cm e máximo de 18,7 cm, e o serviço ainda fora aceito e medido pela fiscalização.

Ante o exposto, procedendo aos referidos ajustes na extensão, largura e espessura da camada de sub-base dos trechos, bem como incluindo a execução de serviço no trecho “04.1 - Acesso Parque”, apura-se o quantitativo total executado de 1.562,91 m³ para a camada de sub-base, conforme o seguinte detalhamento por trecho:

Tabela 5.6 – Detalhamento dos quantitativos ajustados para a camada de sub-base.

Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Espessura Sub-base (cm)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume Sub-base (m ³)
2 ^a	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	17,00	60,00	8,00	81,60
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	17,00	91,72	11,50	179,31
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	17,00	80,02	8,00	108,83
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	17,00	114,00	11,50	222,87
	Subtotal					
3 ^a	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	16,30	71,50	11,50	134,03
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	15,00	60,00	8,00	72,00
	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	15,00	110,44	15,00	248,49
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	15,00	26,84	8,00	32,21
	Subtotal					
6 ^a	04 - Desvio 2	Tipo 02	16,00	20,00	5,75	18,40
				149,50	11,50	275,08
	04.1 - Acesso Parque	Tipo 02	17,00	50,00	11,50	97,75
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	16,00	39,80	14,50	92,34
	Subtotal					
Total						1.562,91

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Assim, apura-se uma diferença de 304,25 m³ entre o quantitativo medido de camada de sub-base (Tabela 5.5) e o obtido pela equipe de auditoria (Tabela 5.6).

Note-se da Tabela 5.1 que o quantitativo do serviço de execução e compactação da camada de sub-base (código 96388 SINAPI) condiciona a quantificação dos demais serviços correlatos a essa camada do pavimento, quais sejam: os serviços relacionados ao material utilizado na camada (cascalho de cava, código 4743 SINAPI), à carga, manobra e descarga desse material, bem como ao momento de transporte para importação desse material até a obra (códigos 95876 e 93593, ambos SINAPI).

Assim, procedeu-se aos ajustes dos quantitativos dos serviços correlatos – os quais podem ser consultados na memória de cálculo detalhada dos serviços de pavimentação, por trecho viário, acostada ao Anexo VI – e apurou-se a diferença de **R\$ 50.865,26** entre o que foi medido e pago ao executante e o calculado pela equipe de auditoria para os serviços relacionados à camada de sub-base do pavimento (Tabela 5.7).



Tabela 5.7 – Quantitativos e preços totais apurados para os serviços afetos à camada de sub-base.

Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (R\$)	P.T. - Contr. (R\$)
DESVIO PROVISÓRIO						
Camada de Sub-base						
60	96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF 11/2019	m ³	1.562,91	7,40	13.818,70
15	4743	CASCALHO DE CAVA	m ³	1.736,56	84,64	175.589,11
42	100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M3 / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF 07/2020	m ³	1.736,56	5,93	12.308,26
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020	m ³ . km	52.096,93	1,60	99.538,28
57	93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF 07/2020	m ³ . km	16.844,68	0,54	10.897,68
Preço total apurado dos serviços da camada de sub-base até a 12ª medição						261.286,78
Preço total medido dos serviços da camada de sub-base até a 12ª medição						312.152,03
Diferença						50.865,26

Esclarece-se que o volume do material da sub-base (1.736,56 m³) – que também é o considerado para quantificar os serviços de carga, manobra e descarga, e de momento transporte –, é superior ao da execução e compactação da camada (1.562,91 m³) por conta do fator de contração considerado na compactação do material (de 0,90). Por sua vez, a DMT considerada no momento de transporte para importação desse material até a obra é de 39,70 km (“Cascalheira Terranova” – conforme previsão de projeto).

Imprimação e pintura de ligação

Dando sequência à análise dos serviços de pavimentação, passa-se aos serviços de imprimação e de pintura de ligação.

As normas técnicas que regulamentam os serviços de imprimação e de pintura de ligação são, respectivamente, a DNIT 144/2014-ES e a DNIT 145/2012-ES. Ambas foram previstas expressamente no Projeto de Pavimentação (SEI nº 38855315, p. 50) e no termo de referência da licitação (SEI nº 51409913) – apesar de esses documentos fazerem referência às versões de 2010 das referidas normas.



Nos termos da norma DNIT 144/2014-ES, a imprimação consiste na aplicação de material asfáltico (ligante asfáltico) sobre a superfície da base concluída, antes da execução do revestimento asfáltico, objetivando conferir **coesão superficial, impermeabilização** e permitir condições de **aderência** entre esta e o revestimento a ser executado.

Segundo a norma, o ligante asfáltico a ser empregado na imprimação pode ser de dois tipos: o asfalto diluído de cura média, CM-30, ou a emulsão asfáltica para imprimação – EAI. Assim sendo, o termo de referência da licitação especificou a utilização do asfalto diluído CM-30 no serviço, com uma taxa de aplicação prevista de $1,5 L/m^2$.

Ressalta-se, porém, que em dissonância ao termo de referência, o orçamento base da licitação previu os custos de execução do serviço de imprimação com a utilização da emulsão asfáltica para imprimação – EAI. Nesse sentido, é necessário o esclarecimento por parte da SODF a respeito de qual deve ser o ligante asfáltico a ser empregado no serviço de imprimação para que não haja dúvida na execução do serviço.

Ademais, salienta-se que a norma DNIT 144/2014-ES não especifica uma taxa absoluta de aplicação do ligante, vez que ela depende do tipo e da textura do material utilizado na camada de base, e limita-se a mencionar faixas usuais de taxa de aplicação – de $0,8$ a $1,6 L/m^2$ para o CM-30 e de $0,9$ a $1,7 L/m^2$ para a EAI.

Inclusive, a norma determina a necessidade de se determinar a taxa de aplicação experimentalmente na obra, sendo a taxa de aplicação aquela que pode ser absorvida pela base no período de 24 horas. Assim, quanto mais porosa for a base, mais elevada tenderá a ser a taxa necessária de ligante (taxa de aplicação ideal), uma vez que este penetrará mais facilmente no material. O próprio TR-SODF/109 (SEI nº 51409913) condicionou a aplicação do ligante na obra à prévia aprovação dessa taxa de aplicação por parte da fiscalização.

Note-se a relevância da determinação da taxa de aplicação específica para cada obra. A falta de ligante não proporcionará uma penetração suficiente do material na base, podendo prejudicar, assim, a tríplex funcionalidade da imprimação (coesão dos finos, impermeabilização e aderência). Por outro lado, o excesso de ligante ocasionará exsudação no trecho, que é um defeito característico de revestimentos asfálticos provado pelo excesso de ligante, o qual, não absorvido pelos agregados do revestimento, emerge à superfície do pavimento, tornando-a excessivamente lisa e prejudicando, assim, a aderência com os pneus dos veículos (PESSOA JR, 2019, p. 128).



Por sua vez, a pintura de ligação também consiste na aplicação de ligante asfáltico sobre a camada anterior, no entanto, ela tem uma única finalidade, que é a de promover condições de **aderência** entre esta e o revestimento a ser executado (norma DNIT 145/2012-ES).

A pintura de ligação é usualmente utilizada entre duas camadas de revestimento asfáltico, sejam elas novas, no caso de projetos que preveem duas camadas de concreto asfáltico, ou seja uma nova e uma antiga, nos casos de recapeamento simples, bem como costuma ser especificada, em substituição à imprimação, nos casos de bases muito fechadas, como por exemplo as bases de solo-cimento, concreto magro, brita tratada com cimento – BGTC ou concreto compactado a rolo – CCR (PESSOA JR, 2019, p. 134).

Segundo Pessoa Jr (2019), a pintura de ligação pode ser recomendada, ainda, entre a camada de base e o revestimento, no caso de a imprimação aplicada sobre a base ter sido danificada pelo tráfego intenso sobre a camada imprimada ou pelo fato de ela ter sido executada a mais de 7 (sete) dias, por exemplo, bem como pode ser recomendada para garantir a aderência quando chuvas tenham lavado parte do ligante asfalto diluído de cura média aplicado na imprimação. O referido autor ainda destaca de que nessas situações, em regra, os **custos envolvidos deverão ser arcados pelas empreiteiras contratadas**, visto que cabem a elas os cuidados para garantir a efetividade dos serviços de imprimação executados.

Ademais, em conformidade com a norma DNIT 145/2012-ES, o ligante asfáltico a ser empregado na pintura de ligação deveria ser a emulsão asfáltica catiônica de ruptura rápida do tipo 1, RR-1C. E, à semelhança da norma de imprimação, a DNIT 145/2012-ES também não especifica uma taxa absoluta de aplicação do ligante, limitando-se, porém, a mencionar uma faixa recomendável de ligante asfáltico residual, de 0,3 a 0,4 L/m^2 . Note-se que, antes da aplicação, a emulsão deve ser diluída na proporção de 1:1 com água a fim de garantir a uniformidade na distribuição da taxa residual, resultando em uma taxa de aplicação de emulsão diluída da ordem de 0,8 a 1,0 L/m^2 .

Já no que diz respeito a especificação do serviço no TR-SODF/109 (SEI nº 51409913), apesar de ter sido prevista a execução do serviço em conformidade com a norma técnica, o ligante asfáltico especificado para ser empregado no serviço foi a emulsão catiônica de ruptura rápida do tipo 2, RR-2C, com uma taxa de aplicação de emulsão diluída prevista de 1,0 L/m^2 e uma taxa residual de 0,4 L/m^2 .

Esclarece-se que as emulsões RR-1C e RR-2C possuem características distintas, em especial no que se referem à taxa de resíduo de cimento asfáltico de petróleo – CAP e à viscosidade, sendo a última mais viscosa e com maior teor de resíduo asfáltico do que a primeira (NBR 14594:2017 da ABNT).



Conforme pontua Pessoa Jr (2019), têm-se três razões que depõem **contra a utilização da emulsão RR-2C** em detrimento da RR-1C no serviço de pintura de ligação, quais sejam:

- Impedimento normativo – a norma do DNIT cita apenas a emulsão do tipo RR-1C;
- Alta viscosidade em relação à do tipo RR-1C, o que prejudicaria a qualidade da aderência nas trilhas de roda dos equipamentos executores; e
- Custo de aquisição geralmente mais elevado em relação ao do tipo RR-1C.

À semelhança da imprimação, também foi verificada a dissonância entre as informações constantes do termo de referência da licitação e do orçamento base, vez que o primeiro especificou a utilização da emulsão catiônica de ruptura rápida do tipo 2, RR-2C, na pintura de ligação, e o último previu os custos de execução utilizando a emulsão RR-1C. Novamente, é necessário o esclarecimento por parte da SODF a respeito de qual deve ser o ligante asfáltico a ser empregado no serviço.

Quanto ao critério de medição de ambos os serviços, tem-se que os quantitativos devem ser apropriados em metros quadrados (m^2), devendo ser consideradas as áreas efetivamente aplicadas, **limitadas às seções de projeto** – ou seja, as áreas são limitadas às áreas dos revestimentos asfálticos. Por sua vez, para os serviços de aquisição e transporte dos ligantes asfálticos – que são remunerados por composições de serviço específicas – os quantitativos devem ser apropriados em massa (t) em função dos consumos dos insumos (taxas de aplicação efetivamente executadas, em t/m^2) aplicados aos quantitativos correspondentes dos serviços efetivamente executados, **também limitados aos consumos obtidos experimentalmente em campo** (taxas de aplicação ideais).

Ademais, ambas as normas técnicas preveem a necessidade de controle dos materiais utilizados nos serviços (controle dos insumos), bem como da própria execução (controle da execução).

Especificamente quanto ao controle da execução, ambas as normas são uníssonas quanto à necessidade de se aferir a temperatura do ligante asfáltico no caminhão distribuidor imediatamente antes de qualquer aplicação, a fim de se verificar a aderência ao intervalo de temperatura definido pela relação *viscosidade x temperatura*, bem como de se controlar a quantidade do ligante asfáltico aplicado, por meio da aferição da taxa de aplicação efetivamente executada.

Para a aferição da taxa efetivamente executada, as normas preveem a coleta do material aplicado pelo caminhão espargidor por meio de bandejas posicionadas na pista –

bandejas essas de massa e áreas conhecidas. A taxa de aplicação é então calculada para cada bandeja a partir da diferença de massa (massa da bandeja com o ligante subtraída da massa da bandeja) dividida pela área da bandeja.

As normas DNIT 144/2014-ES e 145/2012-ES ainda preveem que: a) para trechos de imprimação e de pintura de extensão limitada ou com necessidade de liberação imediata, com área de no máximo $4.000 m^2$, devem ser feitas, no mínimo, 5 (cinco) determinações da taxa de aplicação para controle; b) nos demais casos, para segmentos com área superior a $4.000 m^2$ e inferior a $20.000 m^2$, o controle da execução deve ser exercido mediante a coleta de amostras para determinação da taxa de aplicação, feita de maneira aleatória, de acordo com o Plano de Amostragem Variável previamente aprovado pela fiscalização.

A partir dos resultados individuais dos ensaios, define-se o intervalo estatístico da taxa de aplicação efetivamente executada e compara-se com a faixa de tolerância admitida em norma – de $\pm 0,2 L/m^2$ em relação à taxa de aplicação ideal, tanto para a imprimação quanto para a pintura de ligação. Dessa comparação, tem-se a aceitação ou a rejeição do serviço.

Pois bem. Passando à análise da medição desses serviços, a partir dos boletins de medição, identificou-se a medição dos seguintes quantitativos de serviços até a 12ª medição, detalhados por medição e por trecho viário:

Tabela 5.8 – Detalhamento dos quantitativos medidos de imprimação e de pintura de ligação.

Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m ²)
2ª e 3ª (*)	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	60,00	7,00	420,00
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	91,72	10,50	963,06
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	80,02	7,00	560,14
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	114,00	10,50	1.197,00
	Subtotal				
3ª	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	119,44	10,50	1.254,12
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	60,00	7,00	420,00
	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	110,44	14,00	1.546,16
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	26,84	7,00	187,88
	Subtotal				
6ª	04 - Desvio 2	Tipo 02	277,86	10,50	2.917,53
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	39,80	13,50	537,30
	Subtotal				
Total					10.003,19

(*) Para esses trechos viários, o serviço de imprimação foi medido na 2ª medição e de pintura de ligação na 3ª medição.

(a) Serviço de imprimação e de pintura de ligação.



Medição	Trecho	Área (m ²)	Taxa de Aplicação (kg/m ²)		Ligante asfáltico (t)	
			Imprimação	Pintura de ligação	Imprimação	Pintura de ligação
2 ^a	01 - Eixo 05 - Prov	420,00	1,20	-	0,50	-
	01.1 - Eixo 05 - Prov	963,06	1,20	-	1,16	-
	02 - Eixo 07 - Prov	560,14	1,20	-	0,67	-
	02.1 - Eixo 07 - Prov	1.197,00	1,20	-	1,44	-
	Subtotal					3,77
3 ^a	01 - Eixo 05 - Prov	420,00	-	0,50	-	0,21
	01.1 - Eixo 05 - Prov	963,06	-	0,50	-	0,48
	02 - Eixo 07 - Prov	560,14	-	0,50	-	0,28
	02.1 - Eixo 07 - Prov	1.197,00	-	0,50	-	0,60
	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	1.254,12	1,20	0,50	1,50	0,63
	03 - Eixo 09 - Prov	420,00	1,20	0,50	0,50	0,21
	03.1 - Eixo 09 - Prov	1.546,16	1,20	0,50	1,86	0,77
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	187,88	1,20	0,50	0,23	0,09
	Subtotal					4,09
6 ^a	04 - Desvio 2	2.917,53	1,20	0,50	3,50	1,46
	05 - Desvio 2 - Alternativo	537,30	1,20	0,50	0,64	0,27
	Subtotal					4,15
Total					12,00	5,00

(b) Aquisição e transporte do ligante asfáltico.

Fonte: 2^a medição (SEI nº 71729305, p. 15/18), 3^a medição (SEI nº 73355997, p. 30/37) e 6^a medição (SEI nº 79460716, p. 14/15).

Serviços de imprimação e de pintura de ligação

A imprimação, por ser aplicada sobre a superfície da base concluída e por ter seus quantitativos apropriados em decorrência das áreas efetivamente executadas (em m²), também tem seus quantitativos diretamente afetados pelas sobreposições parciais dos trechos viários. Nesse sentido, faz-se necessário proceder aos mesmos ajustes ora relatados sobre as extensões e larguras dos trechos viários medidos, bem como incluir no cômputo o trecho “04.1 - Acesso Parque”.

Assim, apurou-se os quantitativos indicados na Tabela 5.9 para o serviço de imprimação. Atente-se apenas para o fato de que a largura considerada para a quantificação do serviço de imprimação é largura do pavimento (revestimento), que, de acordo com as notas de serviço de terraplenagem dos trechos, é sempre 1,0 m inferior à largura da plataforma.

Tabela 5.9 – Detalhamento dos quantitativos ajustados para a imprimação.

Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m ²)
2ª	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	60,00	7,00	420,00
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	91,72	10,50	963,06
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	80,02	7,00	560,14
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	114,00	10,50	1.197,00
	Subtotal				
3ª	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	71,50	10,50	750,79
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	60,00	7,00	420,00
	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	110,44	14,00	1.546,16
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	26,84	7,00	187,88
	Subtotal				
6ª	04 - Desvio 2	Tipo 02	20,00	5,25	105,00
			149,50	10,50	1.569,75
	04.1 - Acesso Parque	Tipo 02	50,00	10,50	525,00
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	39,80	13,50	537,30
	Subtotal				
Total					8.782,08

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Nesse sentido, apura-se uma diferença de 1.221,11 m² entre o quantitativo medido do serviço de imprimação (Tabela 5.8a) e o obtido pela equipe de auditoria (Tabela 5.9).

Por sua vez, no que diz respeito à pintura de ligação, conforme indicado Tabela 5.8a, houve a medição do serviço de pintura de ligação nos mesmos trechos viários em que foram medidos o serviço de imprimação. No entanto, note-se que todos os trechos indicados na Tabela 5.8a possuem estrutura de pavimento do “Tipo 02” (Figura 5.3), isto é, com somente uma camada de CBUQ (Faixa “C”). Ou seja, identifica-se que houve a medição do serviço de pintura de ligação sobre a camada de base imprimada.

Conforme explicado anteriormente, a pintura de ligação tem a finalidade única de promover condições de **aderência** entre a camada anterior e o revestimento a ser executado. Ocorre que essa aderência já é obtida por meio da imprimação – que possui tríplice funcionalidade. Assim, a aplicação da pintura de ligação posteriormente à imprimação da camada de base é uma **exceção**, não uma regra. Tal procedimento só deve ocorrer em casos de exposição prolongada da camada imprimada, onde as condições de aderência tenham sido prejudicadas. Em serviços executados sucessiva e continuamente, a dupla execução desses serviços não é necessária, sendo a situação normal a aplicação direta do revestimento betuminoso sobre a camada imprimada.



Nesse sentido, como não foi identificado nos autos qualquer condicionante técnica que motivasse a necessidade de uma pintura de ligação sobre a superfície imprimada, em especial a eventual imposição por parte da Administração da liberação de tráfego sobre a superfície imprimada – visto que as demais situações seriam, em regra, de responsabilidade do executante –, considera-se **indevida a totalidade** da medição do serviço de pintura de ligação até a 12ª medição.

Ademais, considerando que ainda há vias a serem executadas com a estrutura de pavimento do “Tipo 02”, ou seja, com somente uma camada de concreto asfáltico, a fiscalização deve ser atuante no sentido de não permitir a medição do serviço de pintura de ligação sobre a camada imprimada, vez que a imprimação já promove condições de aderência entre a base e o revestimento, salvo nos casos devidamente justificados de necessidade técnica e que não possam ser atribuídos à responsabilidade exclusiva do executante.

Serviços de aquisição e transporte dos ligantes asfálticos

Como a medição do serviço de aquisição e transporte do ligante asfáltico depende, além do quantitativo do serviço correlato (imprimação ou pintura de ligação), da taxa de aplicação efetivamente executada, limitada à taxa de aplicação ideal, recorreu-se aos autos das medições para buscar os registros dos controles tecnológicos executados.

De início, esclarece-se que não foi identificado nos autos das medições qualquer evidência sobre a execução do procedimento para determinação em campo da taxa de aplicação ideal do ligante asfáltico (seja para a imprimação, seja para a pintura de ligação), tampouco qualquer menção ao valor dessa taxa. Assim, tem-se o indicativo de que a execução dos serviços ocorreu sem a prévia aprovação das taxas de aplicação por parte da fiscalização, em descumprimento ao que estabelecem as normas técnicas e o TR-SODF/109.

Além disso, tampouco foi identificado nos autos qualquer controle dos insumos utilizados nos serviços, em que pese as previsões de ambas as normas técnicas. A título de exemplo, tem-se que a DNIT 144/2014-ES, em seu item 7.1, prevê a necessidade de se realizar, para todo carregamento de asfalto diluído que chegar à obra, 1 (um) ensaio de viscosidade cinemática a 60°C (NBR 14756 da ABNT) e 1 (um) ensaio do ponto de fulgor e combustão (vaso aberto TAG) (NBR 5765 da ABNT); bem como, para cada 100 t do ligante, 1 (um) ensaio de viscosidade *Saybolt Furol* (NBR 14491 da ABNT), no mínimo em 3 (três) temperaturas, para o estabelecimento da relação *viscosidade x temperatura*; 1 (um) ensaio de destilação para os asfaltos diluídos (NBR 14856 da ABNT), para verificação da quantidade de resíduo.



Os únicos registros de controle tecnológico que foram identificados nos autos dizem respeito à fase de execução dos serviços, os quais demonstram os ensaios realizados para a determinação da taxa de aplicação efetivamente executada em cada trecho viário. Nesses registros constam as seguintes informações, dentre outras: temperatura do ligante no momento da aplicação; amostra (quantidade e disposição das bandejas de coleta); quantidade de ligante obtida em cada bandeja; taxa de aplicação efetivamente executada (obtida pela média dos resultados individuais).

Como dito anteriormente, as normas técnicas preveem um **mínimo** de 5 (cinco) determinações (coletas) para controle da taxa de aplicação – para trechos de até 4.000 m^2 , que é o caso de todos os executados até a 12ª medição (Tabela 5.8a). No entanto, todos os registros de ensaios acostados aos autos evidenciam a utilização de amostras com 1 (uma) a, no máximo, 3 (três) coletas, a depender do trecho viário.

Além de caracterizar o descumprimento da norma técnica, a adoção de uma amostra com poucas determinações reduz significativamente a segurança estatística do resultado encontrado (taxa média de aplicação) – quanto menor o número de ensaios, maior é a insegurança estatística de que a característica da amostra corresponde à característica do todo (trecho viário).

Acrescenta-se, ainda, que alguns desses registros de ensaios de determinação da taxa de aplicação não possibilitam a identificação exata dos locais de posicionamento das bandejas coletoras, em especial no que diz respeito ao sentido longitudinal da via. Esses relatórios mencionam apenas o posicionamento transversal das bandejas, como sendo “*eixo*”, “*bordo esquerdo*” ou “*bordo direito*”, sem também especificar a que bandeja essa informação se refere. A título de exemplo, cita-se o relatório de determinação da taxa de imprimação aplicada no “*Eixo 9*”:

Figura 5.20 – Registro do ensaio para determinação da taxa de aplicação da imprimação no “Eixo 9”.

CONSORCIO VIADUTO EPIG		DETERMINAÇÃO DA TAXA DE (IMPRIMAÇÃO / PINTURA DE LIGAÇÃO)				
INTERESSADO	SECRETÁRIA DE OBRAS DF			DATA	18/10/2021	
FIRMA	ETERC			ESTACA	01+00 A 09+00	
OBRA	VIADUTO EPIG			FAIXA	EX-BD-BE	
TRECHO	DESVIO EIXO 9			TIPO	TAXA DE IMPRIMAÇÃO	
SERVIÇO	TAXA DE IMPRIMAÇÃO			REGISTRO		
LOCAL	DESVIO EIXO-9			OPERADOR	WILLIAN	
Nº BANDEJA	TARA BANDEJA Kg	ÁREA/m²	PESO BRUTO Kg	PESO LÍQUIDO Kg	TAXA (Kg/m²)	TAXA(L/m³)
01	260,000	0,0576	340,000	80,000	1388,89	1445,25
01	268,000	0,0576	343,000	75,000	1302,08	1354,93
01	274,000	0,0576	356,000	82,000	1423,61	1481,39
TEMPERATURA°C	50°C	DENS. LIGANTE =		0,961	MÉDIA	1427,19

Fonte: Adaptado de SEI nº 73356122, p. 10.

Sabe-se que é recomendável posicionar as bandejas em diferentes linhas, tanto no sentido longitudinal quanto transversal, a fim de que se possa avaliar a **homogeneidade** da taxa aplicada. Essa distribuição nos dois sentidos é fundamental para a consistência dos resultados do ensaio – no sentido longitudinal busca-se avaliar a uniformidade da aplicação que é influenciada pela velocidade do caminhão espargidor, e no sentido transversal busca-se avaliar o desempenho dos bicos na barra de espargimento.

Note-se, ainda, da Figura 5.20 que tampouco foi informado o tipo de ligante asfáltico utilizado no serviço de imprimação, limitando-se a consignar “*taxa de imprimação*” nesse campo. Ou seja, como não consta dos autos o controle do insumo, e nesse controle da execução não foi preenchido corretamente esse campo, não é possível saber se o ligante utilizado nesse trecho em específico foi o especificado no TR-SODF/109 (asfalto diluído CM-30) ou o constante do orçamento base (emulsão asfáltica para imprimação – EAI).

A mais disso, ante a ausência da determinação da taxa de aplicação ideal, resta prejudicada a conferência da qualidade dos serviços executados, vez que não é possível verificar se a taxa de aplicação efetivamente executada (taxa média) se situa ou não dentro da faixa de tolerância admitida em norma ($\pm 0,2 L/m^2$ em relação à taxa de aplicação ideal).



Ante o exposto, tem-se a caracterização de diversas situações que impossibilitam a avaliação da qualidade dos serviços de imprimação e de pintura de ligação executados, quais sejam, ausência de controle dos insumos, não determinação em campo da taxa de aplicação ideal e insuficiência no quantitativo da amostra (número de determinações da taxa de aplicação).

Nesse sentido, e considerando que ainda há diversos trechos viários a serem executados na obra, a fiscalização deve se atentar às especificidades previstas nas normas técnicas de cada um dos serviços e aprimorar seus controles para assegurar a qualidade dos serviços executados, com especial atenção para os locais com vias de caráter definitivo.

Ademais, em que pese as deficiências do controle tecnológico do serviço de imprimação, os resultados obtidos nesse controle foram utilizados como parâmetros para avaliar as medições do item de serviço referente à aquisição e ao transporte do ligante asfáltico. Esclarece-se que esses resultados somente foram considerados na análise da imprimação, pois, conforme relatado anteriormente, considerou-se indevida a totalidade da medição do serviço de pintura de ligação até a 12ª medição, o que implica na medição indevida da totalidade do item de serviço de aquisição e de transporte do ligante utilizado.

Assim sendo, considerou-se a taxa média de aplicação obtida no controle tecnológico de cada trecho viário e comparou-a com a taxa de aplicação considerada na memória de cálculo de cada trecho.

Dessa comparação, verificou-se a inadequação apenas da taxa de aplicação considerada na medição do trecho “05 - Desvio 2 - Alternativo”, de $1,20 \text{ kg/m}^2$, sendo que a taxa média obtida no controle tecnológico foi de $1,15 \text{ kg/m}^2$ (Figura 5.21). Sublinhe-se que não foi localizado nos autos qualquer registro da determinação da taxa de aplicação efetivamente executada no trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”, restando, assim, impossibilitada a conferência.

Figura 5.21 – Registro do ensaio para determinação da taxa de aplicação da imprimação no “Desvio 2 - Alternativo”.

CONSÓRCIO VIADUTO EPIG		CONTROLE DE TAXA (LIGANTE)			
CLIENTE: SECRETARIA DE OBRA DF OBRA: VIADUTO EPIG ENDEREÇO: BRASÍLIA/DF RELATÓRIO DE ENSAIO Nº:					
OBRA/Nº: VIADUTO EPIG			LOCAL/TRECHO: DESVIO 02 ALTERNATIVO		
MATERIAL/TIPO: IMPRIMA			ESTACA: 0+715 À 3+9351		
DATA: 16/01/2022	HORA: 15:00	Nº DA AMOSTRA 01	PROCEDENCIA: IMPRIMAÇÃO	TEMPERAT. °C -	
ESTACA Nº	1+5,411				
POSIÇÃO	EIXO				
NÚMERO DA BANDEJA	1				
PESO DA AMOSTRA + TARA (g)	0,338				
TARA (g)	0,272				
PESO DO PRODUTO (g)	0,066				
ÁREA DA BANDEJA (cm²)	0,0576				
TAXA DE IMPRIMAÇÃO (L/m³)	1,15				
MÉDIA TAXA (L/m³)			1,15		

Fonte: Adaptado de SEI nº 79462247, p. 2.

Note-se da Figura 5.21 que somente foi realizada uma determinação (uma bandeja coletora) no controle da taxa de aplicação do ligante, posicionada longitudinalmente na estaca 1+5,411 e transversalmente no “eixo” da via. Ou seja, o resultado médio encontrado é o próprio resultado individual do ensaio. Assim, não é possível ter segurança estatística de que esse resultado encontrado de fato reflete a taxa média aplicada no trecho, tampouco é possível avaliar a homogeneidade da aplicação do ligante. Por fim, note-se ainda que não foi indicado o tipo de ligante asfáltico e tampouco a temperatura do ligante no momento da aplicação.

Ante o exposto, e considerando as áreas de imprimação indicadas na Tabela 5.9, apura-se o quantitativo total executado de 10,51 t para o serviço de aquisição e transporte do ligante asfáltico utilizado na imprimação, conforme o detalhamento por medição e trecho viário indicado na Tabela 5.10, o que indica uma diferença de 1,49 t entre o quantitativo medido (Tabela 5.8b) e o obtido pela equipe de auditoria.

Tabela 5.10 – Detalhamento dos quantitativos ajustados para a aquisição e transporte do ligante asfáltico utilizado na imprimação.

Medição	Trecho	Área (m²)	Taxa de Aplicação (kg/m²)	Ligante asfáltico (t)
2ª	01 - Eixo 05 - Prov	420,00	1,20	0,50
	01.1 - Eixo 05 - Prov	963,06	1,20	1,16
	02 - Eixo 07 - Prov	560,14	1,20	0,67
	02.1 - Eixo 07 - Prov	1.197,00	1,20	1,44
	Subtotal			3,77



Medição	Trecho	Área (m ²)	Taxa de Aplicação (kg/m ²)	Ligante asfáltico (t)
3ª	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	750,79	1,20	0,90
	03 - Eixo 09 - Prov	420,00	1,20	0,50
	03.1 - Eixo 09 - Prov	1.546,16	1,20	1,86
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	187,88	1,20	0,23
	Subtotal			
6ª	04 - Desvio 2	1.674,75	1,20	2,01
	04.1 - Acesso Parque	525,00	1,20	0,63
	05 - Desvio 2 - Alternativo	537,30	1,15	0,62
	Subtotal			
Total				10,51

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Por fim, consolidando todos os ajustes procedidos nos quantitativos dos serviços de imprimação e de pintura de ligação – os quais podem ser consultados na memória de cálculo detalhada dos serviços de pavimentação, por trecho viário, acostada ao Anexo VI –, apurou-se a diferença de **R\$ 24.440,03** entre o que foi medido e pago ao executante e o calculado pela equipe de auditoria para os serviços relacionados à imprimação e à pintura de ligação (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 – Quantitativos e preços totais apurados para os serviços afetos à imprimação e à pintura de ligação.

Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (R\$)	P.T. - Contr. (R\$)
DESVIO PROVISÓRIO						
Imprimação						
76	96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI). ORIGEM SINAPI -96401	m ²	8.782,08	0,75	6.552,38
Pintura de Ligação						
79	96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EMULSÃO (RR-1C). ORIGEM SINAPI - 96402	m ²	0,00	0,70	0,00
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO						
Imprimação						
45	41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETROLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	10,51	2.888,60	30.357,39
Pintura de Ligação						
63	41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTACAO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	0,00	2.444,20	0,00
Preço total apurado dos serviços de imprimação e pintura de ligação até a 12ª medição						36.909,77
Preço total medido dos serviços de imprimação e pintura de ligação até a 12ª medição						61.349,80
Diferença						24.440,03



Concreto betuminoso usinado a quente

Por último, finalizando a análise dos serviços de pavimentação, tem-se o concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ.

O CBUQ, também conhecido por concreto asfáltico usinado a quente – CAUQ, constitui-se, basicamente, de agregados graúdos e miúdos, material de enchimento (*filler*) e ligante asfáltico (cimento asfáltico de petróleo – CAP). Além de servir como camada de revestimento, o CBUQ possui função estrutural no pavimento, absorvendo as cargas advindas do tráfego e as distribuindo para as camadas inferiores do pavimento (PESSOA JR, 2019, p. 146).

A norma técnica que regulamenta o serviço é a DNIT 031/2006-ES, também prevista expressamente no Projeto de Pavimentação (SEI nº 38855315, p. 50) e no TR-SODF/109 (SEI nº 51409913). O termo de referência ainda acrescenta as seguintes especificações a respeito do CBUQ:

O concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ **deverá atender à Norma DNIT 031/2006-ES em todos os seus requisitos**, tais como: materiais, equipamentos, execução e controle de qualidade dos materiais empregados, além das condições de conformidade e de medição dos serviços. **A camada de CBUQ deverá ser aplicada nas espessuras indicadas no projeto conforme consta no projeto de pavimentação para os Tipos 01 e 02**, figuras 5 e 6: aplicação em uma ou duas camadas.

O CBUQ a ser aplicado deverá estar enquadrado na faixa “C” e “A”, do DNIT, e deverá atender à especificação DNIT 031/2006-ES, com atenção especial ao item 5.2. O traço a ser usado será determinado em função das fontes de agregados utilizados na obra, devendo, no entanto, a mistura de materiais estar enquadrada em faixa específica proposta pelo projeto e aprovada pela FISCALIZAÇÃO. Quando se tratar da rodovia DF-011 (EPIG) sob a circunscrição do DER/DF, a aplicação do CBUQ ficará condicionada à aprovação do traço pela Diretoria de Tecnologia do DER/DF, mediante solicitação da FISCALIZAÇÃO.

Deverá ser usado como ligante o cimento asfáltico de petróleo (CAP-30/45).

A mistura asfáltica resultante da confecção da camada de rolamento executada na obra será objeto de análises específicas do DER/DF e deverá atender aos parâmetros de projeto relativo à faixa granulométrica (com um grau de confiança de 85%), porcentagem de vazios, relação betume/vazios, estabilidade e resistência à tração por compressão diametral estática. A deflexão recuperável, a ser obtida sobre a superfície acabada da camada de rolamento, deverá apresentar um valor máximo de 40 centésimos de milímetros.

Caso se verifique espessuras inferiores a 90% do valor especificado em trechos com extensões superiores a 100m, deverá ser executado nova camada de CBUQ com espessura mínima exequível sobre o segmento deficiente, às expensas da CONTRATADA.

O critério de medição será pela tonelada de material aplicado na pista, medido pelo volume determinado pelas seções transversais do projeto, aplicada a densidade da massa. O material betuminoso será pago à parte em conformidade com a tabela da ANP. (TR-SODF/109, SEI nº 51409913, grifo nosso)



Note-se que o termo de referência, além de determinar a aplicação do CBUQ nos exatos termos definidos no Projeto de Pavimentação, determinou a utilização do cimento asfáltico de petróleo – CAP do tipo CAP-30/45. No entanto, em que pese essa definição, o orçamento base da licitação previu a remuneração pela utilização do CAP-50/70, ou seja, tem-se, novamente, divergência entre as especificações previstas no termo de referência e as constantes do orçamento base da licitação que carece de esclarecimento por parte da SODF.

Quanto ao critério de medição do serviço de CBUQ, o termo de referência, em conformidade com a DNIT 031/2006-ES, previu que o CBUQ deve ser medido em tonelada de mistura efetivamente aplicada na pista, considerando o volume – obtido pela simples multiplicação das dimensões executadas (comprimento \times largura \times espessura média), **limitadas às seções de projeto** – e a densidade da massa efetivamente executada – auferida mediante ensaios realizados nos corpos de prova extraídos por sonda rotativa no controle da execução do serviço –, **limitada à previamente determinada no traço da mistura**.

Por sua vez, o CAP utilizado no CBUQ é medido à parte, na composição de serviço referente à aquisição e transporte do ligante asfáltico, sendo o critério de medição do serviço igualmente apropriado em tonelada, considerando o quantitativo em tonelada do CBUQ efetivamente aplicado na pista e a taxa de ligante efetivamente executada – auferida mediante ensaio padronizado na norma DNER-ME 053/94 –, **também limitada à previamente determinada no traço da mistura**.

Sublinhe-se que resultados oriundos dos ensaios que sejam inferiores aos previamente definidos somente podem ser medidos se estiverem dentro das tolerâncias admitidas em norma, ou seja, desde que não comprometam a qualidade do serviço, pois, caso contrário, o próprio serviço precisa ser rejeitado, implicando sua reexecução (PESSOA JR, 2019, p. 174).

Quanto ao controle tecnológico do CBUQ, a norma DNIT 031/2006-ES especifica controles necessários sobre os insumos que serão utilizados, sobre a massa asfáltica usinada e sobre a execução da massa asfáltica. Ressalta-se que a norma, em seu item 7.3, especifica que a verificação final da qualidade do revestimento de concreto asfáltico deve ser exercida através das determinações executadas de acordo com um plano de amostragem, devidamente aprovado pela fiscalização, no qual é estabelecido o número e a frequência de determinações dos diversos ensaios para controle tecnológico da produção e do produto.

Pois bem. Esclarecidos esses aspectos gerais envolvendo o serviço de CBUQ, passa-se à análise dos quantitativos medidos.

A partir dos boletins de medição, identificou-se a medição do CBUQ, por medição e por trecho viário, nos seguintes quantitativos:

Tabela 5.12 – Detalhamento dos quantitativos medidos na execução do CBUQ.

Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Espessura CBUQ (cm)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume CBUQ (m ³)	Densidade CBUQ (t/m ³)	Massa CBUQ (t)
3ª	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	5,25	60,00	7,00	22,05	2,377	52,41
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	5,25	91,72	10,50	50,56	2,377	120,18
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	5,25	80,02	7,00	29,41	2,377	69,90
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	5,25	114,00	10,50	62,84	2,377	149,38
	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	5,25	119,44	10,50	65,84	2,377	156,50
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	5,25	60,00	7,00	22,05	2,377	52,41
	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	5,25	110,44	14,00	81,17	2,377	192,95
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	5,25	26,84	7,00	9,86	2,377	23,45
	Subtotal							
6ª	04 - Desvio 2	Tipo 02	5,25	277,86	10,50	153,17	2,377	364,09
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	5,25	39,80	13,50	28,21	2,404	67,81
	Subtotal							
Total								1.249,08

(a) Quantitativos de CBUQ.

Medição	Trecho	Massa CBUQ (t)	% CAP	Massa CAP (t)
3ª	01 - Eixo 05 - Prov	52,41	5,50%	2,88
	01.1 - Eixo 05 - Prov	120,18	5,50%	6,61
	02 - Eixo 07 - Prov	69,90	5,50%	3,84
	02.1 - Eixo 07 - Prov	149,38	5,50%	8,22
	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	156,50	5,50%	8,61
	03 - Eixo 09 - Prov	52,41	5,50%	2,88
	03.1 - Eixo 09 - Prov	192,95	5,50%	10,61
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	23,45	5,50%	1,29
	Subtotal			
6ª	04 - Desvio 2	364,09	5,50%	20,02
	05 - Desvio 2 - Alternativo	67,81	5,14%	3,49
	Subtotal			
Total				68,46

(b) Quantitativos de CAP.

Fonte: 3ª medição (SEI nº 73355997, p. 30/37) e 6ª medição (SEI nº 79460716, p. 14/15).

De início, note-se da Tabela 5.12a que as extensões consideradas na apropriação dos quantitativos medidos de CBUQ nos trechos “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07” e “04 - Desvio 2” são as mesmas consideradas na medição do serviço de base (Tabela 5.2) – e que foram

consideradas indevidas por serem superiores às efetivamente executadas (sobreposição parcial de trechos). Nesse sentido, quando da apuração do volume de CBUQ (em m^3) por parte da equipe de auditoria, foram considerados válidos os mesmos apontamentos anteriormente relatados, implicando na necessidade de ajuste das dimensões desses trechos, bem como na necessidade de incluir no cômputo a execução de CBUQ no trecho “04.1 - Acesso Parque”, que não constou das medições.

Além disso, repare-se da Tabela 5.12a que a espessura da massa asfáltica considerada na quantificação do CBUQ foi de 5,25 *cm* para todos os trechos viários. Ocorre que o critério de medição do serviço impõe como limite máximo o valor da espessura especificada em projeto.

Assim, como o pavimento de todos os trechos executados possuem estrutura de projeto do “Tipo 02” (Figura 5.3b), a espessura máxima a ser considerada na quantificação dos serviços é de 5,0 *cm*. Ou seja, ainda que tenha sido obtida uma espessura média superior à de projeto quando do controle da execução da massa asfáltica, a espessura média a ser considerada na quantificação dos serviços deve ser limitada à espessura de projeto (5,0 *cm*).

Prosseguindo na análise da adequabilidade dos quantitativos medidos do CBUQ, recorreu-se aos autos das medições para verificar as informações constantes dos ensaios realizados para controle da execução da massa asfáltica. Nesse sentido, foram localizados três relatórios de ensaios realizados pela NOVACAP:

- Laudo nº 088/2021 (SEI nº 73356122, p. 11/12), de 22/10/2021, referente ao trecho denominado “Desvios EPIG eixo 05; eixo 07; alça eixo 5 e 7; eixo 9; alça eixo 9”;
- Laudo nº 001/2022 (SEI nº 79462286), de 19/1/2022, referente ao trecho denominado “Desvios II”; e
- Laudo nº 003/2022 (SEI nº 80035788), de 28/1/2022, referente ao trecho denominado “Desvios II acesso ao parque”.

Note-se que foi expedido um único relatório de ensaio para controle da execução da massa asfáltica aplicada em todos os trechos executados na 3ª medição (Laudo nº 088/2021-NOVACAP). De acordo com esse laudo, a partir de 22 corpos de prova ensaiados, obtiveram-se os seguintes resultados: densidade média na pista para a massa asfáltica de 2,377 g/cm^3 ; espessura média da capa de 5,96 *cm*; grau de compactação médio de 98,6%; e porcentagem média de CAP de 5,52% (Figura 5.22).

Figura 5.22 – Ensaio realizado para controle da execução da massa asfáltica aplicada na 3ª medição.

NOVACAP COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL		GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL		LAUDO Nº 088/2021	
DATA DE EMISSÃO:	22/10/2021				
CONTRATO:	020/2021- SODF				
EMPRESA:	ETERC				
TRECHO:	Desvios EPIG eixo 05; eixo 07; alça eixo 5 e 7; eixo 9; alça eixo 9 (Capa) Plano Piloto DF				
DNIT 031/2006-ES - PAVIMENTOS FLEXÍVEIS - CONCRETO ASFÁLTICO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO					
CONTROLE DE COMPACTAÇÃO					
	PARÂMETROS	RESULTADOS	TOLERÂNCIAS	ESPECIFICAÇÃO	
	Densidade na pista (g/cm³)	2,377			
	Espessura da capa asfáltica (cm)	5,96		DNER-ME 117/94	
	Grau de compactação (%)	98,6	Mínimo:	97,0%	
CONTROLE DE QUALIDADE DO CBUQ					
	Porcentagem de CAP (%)	5,52	4,90 a 5,50	DNER-ME 053/94	
	Densidade da mistura (g/cm³)	2,412		DNER-ME 117/94	
	Estabilidade Kgf	963	Minima 500 (75 Golpes)		
	Densidade máxima teórica (g/cm³)	2,516			
	Porcentagem de vazios (%)	4,1	3 a 5	DNER-ME 043/95	
	Vazios do agregado mineral (%)	17,4	Mínimo 16%		
	Relação betume x vazios	76,2	75 a 82		
	Resistência à tração por compressão diametral (MPa)	1,11	Minima 0,65 (25 C°)	DNIT-ME 136/2010	
	Temperatura na moldagem (C°)	150			

Fonte: Adaptado de Laudo nº 088/2021 (SEI nº 73356122, p. 11).

Em relação aos resultados obtidos nesse relatório de controle da execução, observam-se duas situações de não conformidade com a norma.

A primeira diz respeito à espessura do CBUQ. A DNIT 031/2006-ES, em seu item 7.3, alínea “a”, estabelece que, quando da verificação final da qualidade do revestimento, é admissível uma variação de $\pm 5\%$ na espessura da camada obtida por ocasião da extração dos corpos de prova em relação à especificada em projeto. Assim, como a espessura especificada em projeto é 5,00 cm, o intervalo admissível para atestar a qualidade do CBUQ é de 4,75 a 5,25 cm.

De pronto, verifica-se que o valor médio obtido para a espessura da camada (5,96 cm) é superior ao limite máximo aceitável por norma (5,25 cm). Ainda, a ocorrência de 15 leituras acima do limite projetado (Figura 5.23), de um total de 22 corpos de prova ensaiados, demonstra o baixo nível de controle na espessura executada.

Figura 5.23 – Detalhamento dos resultados individuais dos corpos de prova ensaiados no Laudo nº 088/2021-NOVACAP.

NOVACAP		GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL			DATA DE EMISSÃO: 22/10/2021 CONTRATO: 20/2021- SOC Nº DO LAUDO: 088/2021 VERIFICAÇÃO: 01			
MISTURAS BETUMINOSAS - DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE								
REFERÊNCIAS: DNER-ME 117/94 - Misturas betuminosas - Determinação da densidade aparente DNIT 031/2006-ES - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço								
PARÂMETROS Densidade aparente da mistura (g/cm³): 2,412 Espessura especificada (cm): 5								
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE, ESPESSURA E GRAU DE COMPACTAÇÃO								
Furo Nº	Local da extração / Estaca	Pista			Densidade Aparente	Espessura	Varição admitida na espessura	Grau de Compactação
		BE	EX	BD	(g/cm³)	(cm)		97 a 101 (%)
01				x	2,375	6,31	6,31	98,5
02				x	2,430	6,59	6,59	100,8
03		x			2,398	7,05	7,05	99,5
04				x	2,364	7,00	7,00	98,0
05		x			2,385	5,63	5,63	98,9
06				x	2,345	7,00	7,00	97,2
07		x			2,300	8,06	8,06	95,4
08				x	2,359	6,56	6,56	97,8
09		x			2,393	5,52	5,52	99,2
10				x	2,355	4,88	4,88	97,6
11		x			2,344	6,02	6,02	97,2
12				x	2,360	4,95	4,95	97,9
13		x			2,403	7,14	7,14	99,6
14				x	2,340	5,34	6,89	97,0
15		x			2,375	5,14	5,14	98,5
16				x	2,403	5,41	8,27	99,6
17		x			2,394	7,44	48,89	99,3
18				x	2,339	4,91	4,91	97,0
19		x			2,396	4,80	4,80	99,4
20				x	2,394	4,91	4,91	99,3
21		x			2,425	5,66	5,66	100,6
22				x	2,417	4,87	4,87	100,2
23								
24								
25								
26								
MÉDIA (X̄):					2,377	5,96		98,6
DESVIO PADRÃO (S):					0,03	1,00		1,34
X̄ - kS:						4,95		97,20
X̄ + kS:						6,98		99,93

Fonte: Adaptado de Laudo nº 088/2021 (SEI nº 73356122, p. 12).

Já a segunda situação de não conformidade diz respeito ao percentual de CAP. A norma DNIT 031/2006-ES, em seu item 5.2, estabelece que é admissível uma variação de $\pm 0,3\%$

no percentual do ligante asfáltico obtido por ocasião do ensaio padronizado na norma DNER-ME 053/94 em relação ao determinado pelo projeto da mistura (teor de ligante ótimo determinado no traço do concreto asfáltico).

Em que pese não ter sido identificado nos autos qualquer referência ao estudo do traço da mistura, observa-se que no laudo da NOVACAP fora definido o intervalo admissível como sendo de 4,90 a 5,50%. Assim, a obtenção de um teor médio de CAP (5,52%) superior ao valor máximo admitido por norma (5,50%) atesta contra a qualidade do serviço.

Situações semelhantes que indicam baixo nível de controle na execução do CBUQ foram verificadas a partir de ambos os relatórios de ensaio acostados aos autos da 6ª medição.

De acordo com Laudo nº 001/2022-NOVACAP, a partir de 3 (três) corpos de prova ensaiados, obtiveram-se os seguintes resultados: densidade média na pista para a massa asfáltica de 2,360 g/cm³; espessura média da capa de 5,85 cm; grau de compactação médio de 98,2%; e porcentagem média de CAP de 5,14% (Figura 5.24).

Figura 5.24 – Ensaio realizado para controle da execução da massa asfáltica aplicada no trecho “05 - Desvio 2 - Alternativo”.

NOVACAP		GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL		LAUDO Nº 001/2022
DATA DE EMISSÃO:	19/01/2022			
CONTRATO:	020/2021- SODF			
EMPRESA:	Consortio Viaduto Epig			
TRECHO:	Desvios II (Capa) Plano Piloto DF			
DNIT 031/2006-ES - PAVIMENTOS FLEXÍVEIS - CONCRETO ASFÁLTICO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO				
CONTROLE DE COMPACTAÇÃO				
PARÂMETROS	RESULTADOS	TOLERÂNCIAS	ESPECIFICAÇÃO	
Densidade na pista (g/cm ³)	2,360			
Espessura da capa asfáltica (cm)	5,85			DNER-ME 117/94
Grau de compactação (%)	98,2	Mínimo: 97,0%		
CONTROLE DE QUALIDADE DO CBUQ				
Porcentagem de CAP (%)	5,14	4,90 a 5,50		DNER-ME 053/94
Densidade da mistura (g/cm ³)	2,404			DNER-ME 117/94
Estabilidade Kgf	1284	Minima 500 (75 Golpes)		
Densidade máxima teórica (g/cm ³)	2,531			
Porcentagem de vazios (%)	5,0	3 a 5		DNER-ME 043/95
Vazios do agregado mineral (%)	17,3	Mínimo 16%		
Relação betume x vazios	70,9	75 a 82		
Resistência à tração por compressão diametral (MPa)	1,52	Minima 0.65 (25 C°)		DNIT-ME 136/2010
Temperatura na moldagem (C°)	150			

Fonte: Adaptado de Laudo nº 001/2022 (SEI nº 79462286, p. 1).

Antes de adentrar na análise dos resultados do ensaio, esclarece-se que apesar da descrição genérica do local de execução como sendo “Desvios II” (Figura 5.24), ao confrontar algumas informações, como, por exemplo, a data de emissão do laudo, os registros constantes do diário de obras e as fotografias constantes do registro fotográfico da 6ª medição (SEI nºs 79462085, p. 17, e 79461441, p. 2, respectivamente), foi possível identificar que, na verdade, ele é referente ao controle de execução da massa asfáltica aplicada no trecho viário “05 - Desvio 2 - Alternativo”, vez que a aplicação e compactação do CBUQ nesse trecho ocorreu em 17/1/2022.

Pois bem. Novamente, verifica-se a situação de não conformidade com a norma da espessura da camada asfáltica: o valor médio obtido para a espessura da camada (5,85 cm) é superior ao limite máximo aceitável por norma (5,25 cm).

Ainda, a partir da análise estatística dos resultados ensaiados[5.9] (Figura 5.25), verifica-se que tanto a espessura máxima esperada (7,35 cm) é superior ao limite máximo aceitável (5,25 cm), quanto a espessura mínima esperada (4,35 cm) é inferior ao limite mínimo aceitável (4,75 cm). Ou seja, o resultado do controle estatístico da espessura do CBUQ indica uma não conformidade do produto, não sendo possível concluir pela qualidade do serviço executado. Nesse sentido, a fiscalização somente deveria ter aceitado o serviço após terem sido feitas correções para colocá-lo em situação de conformidade com a norma.

Figura 5.25 – Detalhamento dos resultados individuais dos corpos de prova ensaiados no Laudo nº 001/2022-NOVACAP.

NOVACAP		GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL			DATA DE EMISSÃO: 19/01/2022 CONTRATO: 20/2021- SOD Nº DO LAUDO: 001/2022 VERIFICAÇÃO: 01			
MISTURAS BETUMINOSAS - DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE								
REFERÊNCIAS: DNER-ME 117/94 - Misturas betuminosas - Determinação da densidade aparente DNIT 031/2006-ES - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço								
PARÂMETROS Densidade aparente da mistura (g/cm³): 2,404 Espessura especificada (cm): 5								
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE, ESPESSURA E GRAU DE COMPACTAÇÃO								
Furo Nº	Local da extração / Estaca	Pista			Densidade Aparente (g/cm³)	Espessura (cm)	Variação admitida na espessura	Grau de Compactação 97 a 101 (%)
		BE	EX	BD				
01				x	2,344	4,73	4,73	97,5
02				x	2,364	6,36	6,36	98,3
03				x	2,373	6,45	6,45	98,7
04								
25								
26								
MÉDIA (X̄):					2,360	5,85		98,2
DESVIO PADRÃO (S):					0,01	0,97		0,62
X̄ - kS:						4,86		97,57
X̄ + kS:						6,84		98,84
K - Coeficiente tabelado em função do nº de amostras								

Fonte: Adaptado de Laudo nº 001/2022 (SEI nº 79462286, p. 2).

Note-se, ainda, da Figura 5.24 que foi obtida a relação *betume/vazios* de 70,2, ou seja, inferior à tolerância especificada em norma para a camada de rolamento (de 75 a 82), o que também atesta contra a qualidade do serviço executado.

Por fim, de acordo com Laudo nº 003/2022-NOVACAP, a partir de 10 (dez) corpos de prova ensaiados, obtiveram-se os seguintes resultados: densidade média na pista para a massa asfáltica de 2,346 g/cm³; espessura média da capa de 5,17 cm; grau de compactação médio de 97,6%; e porcentagem média de CAP de 5,24% (Figura 5.26).

Figura 5.26 – Ensaio realizado para controle da execução da massa asfáltica aplicada no trecho “04 - Desvio 2”.

NOVACAP		GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS COMPANHIA URBANIZADORA DA NOVA CAPITAL DO BRASIL		LAUDO Nº 003/2022	
DATA DE EMISSÃO:	28/01/2022	CONTRATO:	020/2021- SODF	EMPRESA:	Consortio Viaduto Epig
TRECHO:	Desvios: II acesso ao parque (Capa) Plano Piloto DF				
DNIT 031/2006-ES - PAVIMENTOS FLEXÍVEIS - CONCRETO ASFÁLTICO - ESPECIFICAÇÃO DE SERVIÇO					
CONTROLE DE COMPACTAÇÃO					
PARÂMETROS	RESULTADOS	TOLERÂNCIAS	ESPECIFICAÇÃO		
Densidade na pista (g/cm ³)	2,346		DNER-ME 117/94		
Espessura da capa asfáltica (cm)	5,17		DNER-ME 117/94		
Grau de compactação (%)	97,6	Mínimo: 97,0%	DNER-ME 117/94		
CONTROLE DE QUALIDADE DO CBUQ					
Porcentagem de CAP (%)	5,24	4,90 a 5,50	DNER-ME 053/94		
Densidade da mistura (g/cm ³)	2,405		DNER-ME 117/94		
Estabilidade Kgf	1095	Mínima 500 (75 Golpes)	DNER-ME 117/94		
Densidade máxima teórica (g/cm ³)	2,527		DNER-ME 117/94		
Porcentagem de vazios (%)	4,8	3 a 5	DNER-ME 043/95		
Vazios do agregado mineral (%)	17,4	Mínimo 16%	DNER-ME 043/95		
Relação betume x vazios	72,2	75 a 82	DNER-ME 043/95		
Resistência à tração por compressão diametral (MPa)	1,21	Mínima 0,65 (25 C°)	DNIT-ME 136/2010		
Temperatura na moldagem (C°)	150		DNIT-ME 136/2010		

Fonte: Adaptado de Laudo nº 003/2022 (SEI nº 80035788, p. 1).

Nesse caso, em que pese a espessura média da massa asfáltica obtida a partir do controle tecnológico efetuado pela NOVACAP (5,17 cm) estar dentro da faixa de tolerância admitida em norma (4,75 a 5,25 cm), a análise estatística dos resultados ensaiados (Figura 5.27) indica um intervalo estatístico de espessura [5.10] entre 4,56 e 5,77 cm. Ou seja, verifica-se que tanto a espessura máxima esperada (5,77 cm) é superior ao valor máximo aceitável (5,25 cm), quanto a espessura mínima esperada (4,56 cm) é inferior ao valor mínimo aceitável (4,75 cm).

Figura 5.27 – Detalhamento dos resultados individuais dos corpos de prova ensaiados no Laudo nº 003/2022-NOVACAP.

PARÂMETROS								
Densidade aparente da mistura (g/cm ³): 2,405					Espessura especificada (cm): 5			
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE, ESPESSURA E GRAU DE COMPACTAÇÃO								
Furo	Local da extração / Estaca	Pista			Densidade Aparente (g/cm ³)	Espessura (cm)	Variação admitida na espessura	Grau de Compactação 97 a 101 (%)
		BE	EX	BD				
Nº								
01				x	2,369	5,47		98,5
02		x			2,333	4,67		97,0
03				x	2,336	4,70		97,1
04		x			2,347	4,97		97,6
05				x	2,337	6,14		97,2
06		x			2,355	5,54		97,9
07				x	2,360	5,10		98,1
08		x			2,344	4,95		97,5
09				x	2,340	4,56		97,3
10		x			2,343	5,56		97,4
MÉDIA (\bar{X}):					2,346	5,17		97,6
DESVIO PADRÃO (S):					0,01	0,50		0,48
K - Coeficiente tabelado em função do n° de amostras					$\bar{X} - kS$:	4,66		97,08
					$\bar{X} + kS$:	5,68		98,06

Fonte: Adaptado de Laudo nº 003/2022 (SEI nº 80035788, p. 2).

Note-se dos resultados individuais dos corpos de prova ensaiados (Figura 5.27) que a espessura do CBUQ variou de 4,56 a 6,14 cm, o que corrobora com a possibilidade estatística de ocorrência de inconformidades na espessura da camada e indica baixo nível de controle na execução do serviço.

Por fim, observe-se, da Figura 5.26, que fora obtida a relação *betume/vazios* de 72,2, ou seja, também inferior ao valor mínimo aceitável em norma para a camada de rolamento – que é de 75.

Nesse sentido, mais uma vez, tem-se que o controle tecnológico realizado para avaliar a execução da massa asfáltica não permite a conclusão a respeito da qualidade do serviço executado, e a fiscalização deveria ter atuado para solucionar as situações de não conformidade antes da aceitação e medição dos serviços.

Feitas essas considerações a respeito dos resultados obtidos no controle da execução e da qualidade dos serviços executados, passa-se agora à análise dos valores que foram considerados na medição dos serviços.

A partir da análise das memórias de cálculo das medições, identificou-se que a fiscalização confunde conceitos de verificação do produto (qualidade final) e de critério de medição do serviço. Nesse sentido, é válido o esclarecimento subsequente.



No que diz respeito à verificação do produto, a norma técnica especifica uma faixa admissível para o resultado de um determinado parâmetro para servir de critério objetivo para a avaliação da qualidade do produto e, com isso, balizar a aceitação ou não do serviço por parte da fiscalização.

Assim, por exemplo, caso o controle tecnológico indique a utilização de um percentual de CAP **inferior** ao especificado no traço da mistura (teor ótimo), deve-se medir tão somente o que foi executado, desde que não comprometa a qualidade do serviço, ou seja, desde que o percentual real do ligante asfáltico (obtido pelo ensaio) esteja dentro da faixa de tolerância admitida na norma – que é de $\pm 0,3\%$ em relação ao de projeto (item 5.2 da norma DNIT 031/2006-ES) –, pois, caso contrário, o próprio serviço deve ser rejeitado, implicando sua reexecução.

Por sua vez, caso o controle tecnológico indique a utilização de um percentual de ligante **superior** ao especificado, o critério de medição impõe que se deve medir tão somente o percentual de CAP previsto no traço da mistura – vez que esse é o valor máximo a ser considerado na medição do serviço –, por óbvio, desde que o percentual real do ligante asfáltico esteja dentro da faixa de tolerância admitida em norma, pois, caso contrário, deve-se também rejeitar o serviço.

Nesse sentido, verificou-se que nos casos em que o valor médio obtido por meio do controle tecnológico foi superior ao especificado em projeto, o valor considerado na memória de cálculo para medição do serviço foi o do limite superior da faixa de tolerância para aceitação do produto, o que está em desacordo com o previsto no critério de medição do serviço. Assim, tem-se a conclusão a respeito da confusão de conceitos de verificação do produto (qualidade final) e de critério de medição do serviço por parte da fiscalização ora mencionada.

Para ilustrar essa situação, compara-se na Tabela 5.13 os valores médios obtidos no controle tecnológico, tanto para a espessura do concreto asfáltico quanto para o percentual do ligante asfáltico, com os de projeto, com os que constaram da medição original (coluna “*medido*”) e com os que deveriam ter sido adotados se tivessem sido aderentes ao critério de medição dos serviços (coluna “*critério de medição*”).

Tabela 5.13 – Comparação dos valores da espessura do CBUQ e do percentual de CAP.

Trecho	Espessura CBUQ (cm)				% CAP			
	Controle tecnológico	Projeto	Medido	Critério de medição	Controle tecnológico	Projeto ¹	Medido	Critério de medição
01 - Eixo 05 - Prov	5,96	5,00	5,25	5,00	5,52%	5,20%	5,50%	5,20%
01.1 - Eixo 05 - Prov								
02 - Eixo 07 - Prov								
02.1 - Eixo 07 - Prov								
02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07								
03 - Eixo 09 - Prov								
03.1 - Eixo 09 - Prov	5,17	5,25	5,00	5,24%	5,50%	5,20%		
03.2 - Alça Eixo 09 - Prov								
04 - Desvio 2	5,85	5,25	5,00	5,14%	5,14%	5,14%		
05 - Desvio 2 - Alternativo								

¹ Apesar da ausência do projeto da mistura, considerando a tolerância admitida na DNIT 031/2006-ES para o ligante asfáltico em relação ao projeto da mistura ($\pm 0,3\%$), bem como a faixa de tolerância consignada nos relatórios da NOVACAP para o CAP (de 4,9 a 5,5%), conclui-se que o teor ótimo é de 5,2%.

No que diz respeito à densidade da massa asfáltica, ao comparar os valores obtidos a partir do controle da execução da massa asfáltica com os consignados na memória de cálculo das medições, verificou-se a inadequação do valor considerado tanto no trecho “04 - Desvio 2” – na medição considerou-se a densidade de $2,377 t/m^3$, e a obtida no controle tecnológico foi de $2,346 t/m^3$ (Figura 5.26) –, quanto no trecho “05 - Desvio 2 - Alternativo” – na medição considerou-se $2,404 t/m^3$, e a obtida no controle tecnológico foi de $2,360 t/m^3$ (Figura 5.24).

Ante o exposto, procedendo aos referidos ajustes na extensão, largura, espessura e densidade da camada de CBUQ dos trechos, bem como incluindo a execução de serviço no trecho “04.1 - Acesso Parque”, apura-se o quantitativo total executado de $1.039,88 t$ para o CBUQ, conforme o detalhamento por medição e trecho viário indicado na Tabela 5.14, o que indica uma diferença de $209,20 t$ entre o quantitativo medido ($1.249,08 t$ – Tabela 5.12a) e o obtido pela equipe de auditoria.

Tabela 5.14 – Detalhamento dos quantitativos ajustados para o serviço de CBUQ.

Medição	Trecho	Tipo de Pavimento	Espessura CBUQ (cm)	Comprimento (m)	Largura (m)	Volume CBUQ (m ³)	Densidade CBUQ (t/m ³)	Massa CBUQ (t)
3ª	01 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	5,00	60,00	7,00	21,00	2,377	49,92
	01.1 - Eixo 05 - Prov	Tipo 02	5,00	91,72	10,50	48,15	2,377	114,46
	02 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	5,00	80,02	7,00	28,01	2,377	66,57
	02.1 - Eixo 07 - Prov	Tipo 02	5,00	114,00	10,50	59,85	2,377	142,26
	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	Tipo 02	5,00	71,50	10,50	37,54	2,377	89,23
	03 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	5,00	60,00	7,00	21,00	2,377	49,92
	03.1 - Eixo 09 - Prov	Tipo 02	5,00	110,44	14,00	77,31	2,377	183,76
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	Tipo 02	5,00	26,84	7,00	9,39	2,377	22,33
	Subtotal							
6ª	04 - Desvio 2	Tipo 02	5,00	20,00	5,25	5,25	2,346	12,32
				149,50	10,50	78,49	2,346	184,13
	04.1 - Acesso Parque	Tipo 02	5,00	50,00	10,50	26,25	2,346	61,58
	05 - Desvio 2 - Alternativo	Tipo 02	5,00	39,80	13,50	26,87	2,360	63,40
	Subtotal							
Total								1.039,88

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Esclarece-se que a densidade da massa asfáltica considerada para o trecho “04.1 - Acesso Parque” foi a mesma do trecho “04 - Desvio 2”, vez que o relatório de ensaio se referiu a “Desvios II acesso ao parque” (Laudo nº 003/2022-NOVACAP).

Por sua vez, considerando os teores de CAP indicados na Tabela 5.13, bem com as massas de CBUQ indicadas na Tabela 5.14, apura-se o quantitativo total executado de 54,04 t para o serviço de aquisição e transporte do CAP, conforme o detalhamento por medição e trecho indicado na Tabela 5.15, o que indica uma diferença de 14,42 t entre o quantitativo medido (68,46 t – Tabela 5.12b) e o obtido pela equipe de auditoria.

Tabela 5.15 – Detalhamento dos quantitativos ajustados para o CAP.

Medição	Trecho	Massa CBUQ (t)	% CAP	Massa CAP (t)
3ª	01 - Eixo 05 - Prov	49,92	5,20%	2,60
	01.1 - Eixo 05 - Prov	114,46	5,20%	5,95
	02 - Eixo 07 - Prov	66,57	5,20%	3,46
	02.1 - Eixo 07 - Prov	142,26	5,20%	7,40
	02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07	89,23	5,20%	4,64
	03 - Eixo 09 - Prov	49,92	5,20%	2,60
	03.1 - Eixo 09 - Prov	183,76	5,20%	9,56
	03.2 - Alça Eixo 09 - Prov	22,33	5,20%	1,16
	Subtotal			



Medição	Trecho	Massa CBUQ (t)	% CAP	Massa CAP (t)
6ª	04 - Desvio 2	196,45	5,20%	10,22
	04.1 - Acesso Parque	61,58	5,20%	3,20
	05 - Desvio 2 - Alternativo	63,40	5,14%	3,26
	Subtotal			
Total				54,04

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria

Por fim, sendo o quantitativo do CBUQ considerado quando da quantificação do serviço de momento de transporte para importação desse material até a obra (código 95876 SINAPI), também se faz necessário o ajuste desse quantitativo.

Assim, consolidando todos os ajustes procedidos nos quantitativos dos serviços relacionados aos CBUQ – os quais podem ser consultados na memória de cálculo detalhada dos serviços de pavimentação, por trecho viário, acostada ao Anexo VI –, apurou-se a diferença de **R\$ 78.298,55** entre o que foi medido e pago ao executante e o calculado pela equipe de auditoria (Tabela 5.16).

Tabela 5.16 – Quantitativos e preços totais apurados para os serviços afetos ao CBUQ.

Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (RS)	P.T. - Contr. (RS)
DESVIO PROVISORIO						
CBUQ						
17	4011463 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011463	t	1.039,88	132,72	138.013,12
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	m ³ . km	1.756,42	1,60	2.809,03
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO						
CBUQ						
11	41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	54,04	3.466,32	187.305,84
Preço total apurado dos serviços de CBUQ até a 12ª medição						328.127,99
Preço total medido dos serviços de CBUQ até a 12ª medição						406.426,54
Diferença						78.298,55

Note-se que a unidade de medida da composição de momento de transporte é $m^3.km$, assim, considerou-se o volume de CBUQ apurado na Tabela 5.14 ($439,10 m^3$) e a DMT adotada na medição, de $4,00 km$, vez que corresponde à distância entre a origem do material (NOVACAP) e o seu destino (obra).

Diante do exposto, sintetiza-se na Tabela 5.17 as quantidades apuradas pela equipe de auditoria para todos os serviços de pavimentação anteriormente detalhados, bem como apura-se ao final a diferença entre o valor total desses serviços (R\$ 1.055.972,30) e o valor pago ao executante (R\$ 1.269.929,98 – Tabela 5.1). Dessa diferença, tem-se o superfaturamento total por quantidade de **R\$ 213.957,68**, decorrente da medição e pagamento de quantidades superiores às efetivamente executadas para os serviços de pavimentação.

Tabela 5.17 – Quantitativos e preços totais apurados para os serviços de pavimentação.

Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (R\$)	P.T. - Contr. (R\$)
DESVIO PROVISÓRIO						
Camada de Sub-base						
60	96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) - EXCLUSIVE SOLO, ESCAVAÇÃO, CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m ³	1.562,91	7,40	13.818,70
15	4743	CASCALHO DE CAVA	m ³	1.736,56	84,64	175.589,11
42	100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M3 / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m ³	1.736,56	5,93	12.308,26
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	. km	52.096,93	1,60	99.538,28
57	93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	. km	16.844,68	0,54	10.897,68
Camada de Base						
9	4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO:4011276	m ³	1.540,88	222,16	342.320,83
42	100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M3 - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA (CAÇAMBA DE 1,7 A 2,8 M3 / 128 HP) E DESCARGA LIVRE (UNIDADE: M3). AF_07/2020	m ³	1.540,88	5,93	9.141,66
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	. km	46.226,34	1,60	73.929,67
57	93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	. km	7.858,48	0,54	4.255,60
CBUQ						
17	4011463 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011463	t	1.039,88	132,72	138.013,12



Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (R\$)	P.T. - Contr. (R\$)
3	95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	m ³ km	1.756,42	1,60	2.809,03
Imprimação						
76	96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI). ORIGEM SINAPI - 96401	m ²	8.782,08	0,75	6.552,38
Pintura de Ligação						
79	96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EMULSÃO (RR-1C). ORIGEM SINAPI - 96402	m ²	0,00	0,70	0,00
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO						
Imprimação						
45	41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETROLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	10,51	2.888,60	30.357,39
Pintura de Ligação						
63	41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTACAO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET /2020	t	0,00	2.444,20	0,00
CBUQ						
11	41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	54,04	3.466,32	187.305,84
Preço total apurado dos serviços de pavimentação até a 12ª medição						1.055.972,30
Preço total medido dos serviços de pavimentação até a 12ª medição						1.269.929,98
Diferença						213.957,68

Manifestação da unidade auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 30/5/2023, por meio do IAC nº 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 113851991), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1778/2023 – SODF/GAB/ASSESP, de 28/8/2023 (SEI nº 121025462), encaminhou “a manifestação das unidades técnicas desta Pasta” consignada nos seguintes documentos:

- Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635);
- Despacho – SODF/SUPOP/UNIORC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532); e
- Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).



Manifestação quanto aos campos “Fato” e “Causa” do IAC

Especificamente acerca dos campos “Fato” e “Causa” da constatação de superfaturamento nos serviços de pavimentação, releva destacar o seguinte trecho da manifestação dos executores do contrato da SODF:

5.4. No tocante a sobreposição de trechos, esta fiscalização acompanhou todo o raciocínio lógico da equipe de auditoria da CGDF, juntamente com o anexo acostado ao relatório, e verificou que de fato houve sobreposição de estacas. Tal verificação acabou por constatar pagamento de quantidades duplicadas nas medições do Contrato. Sendo assim, corroboramos com o posicionamento da equipe de auditoria quanto ao achado.

5.5. Quanto a espessuras menores identificadas nos laudos de sub-base e BGS, esta fiscalização entende como correto o critério da equipe de auditoria em proceder o ajuste da espessura nos memoriais de cálculo. Entretanto, também entende que muitas vezes pontos isolados de extração de camada de sub-base ou BGS não representam a realidade, quando extraídos em quantidades pequenas. É muito recorrente acontecer de as espessuras, nos laudos da NOVACAP, serem superiores às espessuras identificadas em projeto.

5.6. Outro ponto que merece destaque e será sugestão destes executores do Contrato é que, os laudos de furos de camadas, venham contendo georreferenciamento dos furos, uma vez que também podem haver extrações em locais não adequados.

5.7. Sobre a medição de espessuras de camadas de sub-base e BGS menores que as especificadas em projeto, tratou-se de um descuido dessa fiscalização. E, quando especificamos fiscalização, entende-se como Supervisora do Contrato e Executores do Contrato, pelo fato de que durante acompanhamento da obra e medições in loco dos serviços não estarem sendo evidenciadas discrepâncias de espessuras das camadas de sub-base e BGS em relação às espessuras de projeto.

5.8. No que concerne ao apontamento:

“Como dito anteriormente, o serviço de base deve ser apropriado em volume (m^3), obtido considerando o comprimento, a largura e a espessura efetivamente executados, limitados, porém, às seções definidas em projeto. Assim, conhecida a espessura prevista em projeto para a camada de base, recorreu-se às notas de serviço de terraplenagem de cada um dos trechos viários executados para a identificação das larguras e comprimentos anotados.

Só que, além dessas informações, quando da avaliação da adequabilidade dos quantitativos medidos, foram buscados outros registros que permitissem a obtenção das quantidades efetivamente executadas.

Ocorre que somente foram localizados nos autos registros a respeito das espessuras – por meio de informações constantes do relatório de controle de compactação realizado pelo laboratório de solos da NOVACAP –, e somente para os trechos viários executados a partir da 3ª medição. Ou seja, os autos indicam que a fiscalização aceitou e mediu os serviços de camada de base executados na 2ª medição (trechos “01 - Eixo 05 - Prov”, “01.1 - Eixo 05 - Prov”, “02 - Eixo 07 - Prov”, “02.1 - Eixo 07 - Prov”) sem a verificação final da qualidade da camada de base (controle geométrico), em descumprimento à norma DNIT 141 /2010-ES.”

5.9. Novamente trazemos à baila, que a Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal, instituiu a Coordenação de Análise e Conferência de Medições através do DECRETO Nº 41.383, DE 23 DE OUTUBRO DE 2020 publicado no DODF nº. 203, de 26 de outubro de 2020. Entre todas as atribuições, extraímos em parte:

- Realizar o controle de medições analisadas;



- Aferir as memórias de cálculos, planilhas de medições e croquis referentes aos processos de medição;
- Verificar e analisar a documentação técnica e/ou laudos que comprovem o controle de qualidade tecnológico das obras executadas quando da apresentação das medições.

5.10. Esta fiscalização vem informar que **não é prática desta SODF a medição de serviços sem a comprovação via laudo**. O fato da 2ª medição não constar de laudos apresentados no processo de medição é fato estranho até para essa própria fiscalização, que já deixou de medir ou postergou a medição de muitos serviços na referida obra exatamente por falta de comprovação técnica.

5.11. Logo, essa fiscalização vem refutar a fala de que a fiscalização aceitou medir serviços sem laudo, uma vez que é de conhecimento da própria CGDF como os técnicos desta SODF se comportam frente a situações como essa. A medição equivocada dos serviços na 2ª medição sem laudo, foi fato isolado a todo o restante das obras do Contrato nº 020/2021 e em nenhum momento se deu por qualquer tipo de acordo verbal junto à contratada.

5.12. Quanto a espessura de asfalto (5,25cm) adotada nas medições do contrato é importante destacar os motivos que levaram essa fiscalização a aceitar espessuras superiores a 5 cm:

- Quando se trata de obras de infraestrutura, é impossível ter a precisão exata das espessuras especificadas em projeto. A tendência é que a realidade da obra contenha espessuras de camadas superiores ou inferiores às projetadas;
- Após a narrativa fática da realidade da obra, é importante destacar que norma DNIT 031/2006-ES tolera a variação de +/- 5% da espessura especificada em projeto para o aceite da massa asfáltica aplicada no campo;
- Dentro desse entendimento, essa fiscalização achou razoável tolerar tal variação na medição do item de CBUQ, uma vez que a planilha contratual dispunha de saldo para a adoção desse critério.

5.13. Entretanto, essa fiscalização não havia se atentado que o termo de referência do contrato especificava que o CBUQ deve ser medido em tonelada de mistura efetivamente aplicada na pista, considerando o volume – obtido pela simples multiplicação das dimensões executadas (comprimento x largura x espessura média), limitadas às seções de projeto.

5.14. De posse dessa informação, lembrada pela equipe de auditoria, esta fiscalização corrobora com o ajuste da camada de asfalto para os 5 cm especificados em projeto, uma vez que a condição de pagamento foi exposta ao Consórcio ainda na fase de licitação, não cabendo nesse momento ficarmos discorrendo sobre o que acontece na realidade ou não dentro de serviços de pavimentação.

5.15. Sendo assim, **essa fiscalização corrobora integralmente com a glosa de R\$ 213.957,68** (duzentos e treze mil, novecentos e cinquenta e sete reais e sessenta e oito centavos) proposta pela CGDF, como também corrobora integralmente com o posicionamento da Coordenação de Análise e Conferência de Medições em seu Relatório Técnico - SODF/SUAF/COACM (id. 114958805):

“[...]”

Em atenção ao achado 3.1.5. SUPERFATURAMENTO NOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO, informamos que **esta Coordenação verificou os memoriais de cálculo realizados pela equipe de auditoria no ANEXO VI. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO** (págs. 363 a 377).

Assim, esta Coordenação comparou o memorial de cálculo da CGDF com as medições apresentadas pelo Consórcio Viaduto EPIG e **evidenciou que todos os apontamentos realizados pela equipe de auditoria procedem.**



[...]

No tocante ao serviço de pintura de ligação e imprimação, que corresponde a aproximadamente R\$ 24.440,03 (vinte e quatro mil, quatrocentos e quarenta reais e três centavos), cabe questionamento à SUPOP/SODF do motivo de ter orçado o item da pintura de ligação para as vias a serem executadas no contrato e se há de fato a necessidade de aplicar pintura de ligação, com ônus ao GDF, sobre o serviço de imprimação, uma vez que a CGDF traz sobre o assunto as seguintes considerações:

[...]

Recomendação extra:

Recomendamos que, todos os trechos de pavimentação que não foram auditados, mas já foram medidos com espessura de asfalto superior a 5 cm, sejam ajustados em medições futuras (posteriores à 12ª medição), solicitando à Contratada o estorno de quantidades medidas a maior.”

5.16. Diante de todo o exposto acima, segue manifestação desta fiscalização sobre as causas, consequências e recomendações a serem tomadas:

Causa

Em 2021 e 2022:

a) Falha da fiscalização na aceitação dos serviços de pavimentação sem que tenha exigido os devidos controles tecnológicos previstos nas normas técnicas especificadas no termo de referência da contratação e no projeto licitado; e

Fiscalização:

Essa fiscalização julga pertinente que houve falhas na 2ª medição.

b) Falha da fiscalização pela não observância dos critérios de medição previstos nas normas técnicas especificadas no termo de referência da contratação e no projeto licitado quando da medição dos serviços de pavimentação.

Fiscalização:

Essa fiscalização julga pertinente que houve falhas na medição de serviços.

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Observe-se que a fiscalização da SODF, em suma, concordou com os apontamentos registrados pela equipe de auditoria, e corroborou integralmente com a glosa indicada de R\$ 213.957,68. Não obstante, os executores do contrato pontuaram alguns aspectos envolvendo os achados, os quais serão comentados na sequência.

Iniciando-se pelas observações a respeito das espessuras das camadas de sub-base e base obtidas nos laudos de controle tecnológico, a fiscalização da SODF registrou que concorda com o critério de medição adotado pela equipe de auditoria, qual seja, o de apropriar o quantitativo em volume, considerando as dimensões (comprimento, largura e espessura) efetivamente executados, limitados, porém, às seções definidas em projeto, consoante estabelecem as normas técnicas do DNIT para os serviços (DNIT 139/2010-ES e DNIT 141/2010-ES).

No entanto, salienta que *“muitas vezes pontos isolados de extração de camada de sub-base ou BGS não representam a realidade, quando extraídos em quantidades pequenas”*. A



equipe de auditoria concorda com o registro, tendo em vista que uma amostra insuficiente pode não refletir com segurança razoável a real execução do serviço. Esse é um dos motivos de ambas as normas técnicas do DNIT preverem a necessidade de se elaborar um **plano de amostragem para o controle tecnológico** das camadas de sub-base e base, seguindo a metodologia definida na norma DNER-PRO 277/97, do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER, extinto quando da criação do DNIT.

Destaca-se que esse plano de amostragem deve ser elaborado **previamente** à execução dos serviços, bem como deve ser aprovado pela fiscalização, vez que ele define o **número e a frequência de determinações mínimas** a serem realizadas, de acordo com o nível de confiança desejado para o resultado.

No mais, concorda-se também com a sugestão registrada pelos executores do contrato à SODF, de que “*os laudos de furos de camadas, venham contendo georreferenciamento dos furos*”, vez que isso contribuirá para a transparência e a conferência dos resultados do controle tecnológico realizado.

Em relação à manifestação de que “*a medição equivocada dos serviços na 2ª medição sem laudo, foi fato isolado a todo o restante das obras*”, sendo “*estranho até para*” a “*própria fiscalização, que já deixou de medir ou postergou a medição de muitos serviços na referida obra exatamente por falta de comprovação técnica*”, reconhece-se que somente foi identificada a medição e ateste dos serviços de base desacompanhados de qualquer laudo de controle tecnológico na 2ª medição do Contrato, conforme registrado no Ponto de Auditoria.

O que não quer dizer que a equipe de auditoria não reconheça a importância da atuação conjunta da fiscalização e da Coordenação de Análise e Conferência de Medições – COACM. Ao contrário, registra-se que o desempenho de ambas no acompanhamento da execução dos serviços e na conferência das medições no âmbito do presente Contrato foi proativa, vez que detectaram e corrigiram outras situações que poderiam vir a lesar o erário distrital.

No que diz respeito à espessura do concreto asfáltico, salienta-se, novamente, a distinção entre critério de aceitação do serviço e critério de medição do serviço. A norma técnica DNIT 031/2006-ES estabelece que, para a aceitação do serviço, é admissível uma variação de $\pm 5\%$ na espessura da camada obtida por ocasião da extração dos corpos de prova em relação à especificada em projeto.

Por sua vez, para a medição do serviço, o termo de referência, em consonância com a referida norma técnica do DNIT, estabelece que o concreto asfáltico deve ser medido em tonelada de mistura efetivamente aplicada na pista, considerando o volume – obtido pela simples



multiplicação das dimensões executadas (comprimento \times largura \times **espessura média**), **limitadas às seções de projeto** – e a densidade da massa efetivamente executada – auferida mediante ensaios realizados nos corpos de prova extraídos por sonda rotativa no controle da execução do serviço –, limitada à previamente determinada no traço da mistura.

Assim, ainda que o resultado do controle tecnológico indique uma espessura média **superior** à prevista no projeto – o que pode resultar na aceitação do serviço, se dentro da faixa admissível de $\pm 5\%$ –, a espessura média a ser considerada na medição do serviço, isto é, na quantificação do volume do CBUQ, deve estar **limitada à espessura prevista no projeto**. Ou seja, nesse caso, o critério de medição **impõe** que a espessura média a ser considerada na quantificação do serviço tem que ser a **espessura prevista no projeto**.

Manifestação quanto às recomendações do IAC

No que tange às recomendações “R.11” a “R.17” do IAC, a SODF, por meio do despacho de sua fiscalização, assim se pronunciou:

R.11) Proceder à glosa de R\$ 213.957,68 nas próximas medições do Contrato nº 020 /2021 – SODF em decorrência do superfaturamento por quantidade identificado nos itens relacionados aos serviços de pavimentação;

Fiscalização:

Atendido. Glosa efetuada na 22ª medição do Contrato (id. 115312547).

R.12) Abster de medir e pagar o serviço de pintura de ligação sobre a camada imprimada nos demais trechos viários a serem executados com a estrutura de pavimento do “Tipo 02”, ou seja, com somente uma camada de concreto asfáltico, vez que a imprimação já promove condições de aderência entre a base e o revestimento, salvo nos casos devidamente justificados de necessidade técnica e que não possam ser atribuídos à responsabilidade exclusiva do executante;

Fiscalização:

Glosa procedida na 22ª medição do Contrato (id. 115312547) e ainda serão efetuados maiores pedidos de esclarecimentos junto à SUPOP/SODF para a licitação de tal item.

R.13) Acostar, no prazo de 60 dias, aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310 /2019-01, referente à contratação da obra: i. o esclarecimento a respeito de quais devem ser os ligantes asfálticos a serem empregados nos serviços de imprimação e de pintura de ligação, tendo em vista a divergência entre as informações constantes do termo de referência e do orçamento base da licitação; ii. os resultados das determinações das taxas de aplicação ideais desses ligantes a serem empregadas nos serviços, em atenção às normas técnicas aplicáveis;

Fiscalização:

Tal questionamento será formalizado junto à SUPOP/SODF.

R.14) Acostar, no prazo de 60 dias, aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310 /2019-01 e/ou aos processos de pagamento o projeto de mistura asfáltica apresentado pelo executante, bem como adotar medidas para que nas próximas medições de CAP o percentual considerado seja limitado ao percentual definido nesse projeto de mistura asfáltica;

Fiscalização:



Para o serviço de desvio de obra, não foi adotado tal rigor. Entretanto, para o serviço de pavimentação definitiva, foi solicitado traço de mistura asfáltica faixa A e C, como também teve aprovação rigorosa do material das camadas subleito, sub-base, BGS e CCR. Informamos que, para os serviços de asfalto medidos após aprovação das misturas asfálticas, o CAP foi limitado aos dados dos laudos. Todas essas tratativas podem ser verificadas nos Processos SEI n.ºs. 00110-00002785/2022-95 e 00110-00002187/2022-16.

Traço BINDER apresentado pela empresa e aprovado pela supervisora do contrato (ids. 95548353 e 97624002).

Traço faixa C apresentado pela empresa e aprovado pela supervisora do contrato (ids. 95548573 e 97624002).

R.15) Exigir do executante, quando da apresentação dos documentos necessários para instrução dos processos de pagamentos, nota de serviço de terraplenagem com estaqueamento condizente com o do croqui utilizado para demonstrar o local de execução dos serviços de pavimentação, devendo constar, dentre outras informações, os pontos notáveis do projeto geométrico e os eventuais pontos de concordância com outros trechos viários a serem implantados ou já existentes e que serão mantidos, de forma a mitigar a possibilidade de nova ocorrência de medição de serviços em duplicidade e/ou não executados;

Fiscalização:

Informação repassada ao Consórcio para as medições futuras à apresentação do referido relatório de auditoria.

R.16) Acrescentar etapa, na rotina de instrução dos processos de pagamentos, de expedição de relatório técnico em que se avalie materialmente a conformidade dos resultados de ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato, para fins de aceitação dos materiais empregados e dos serviços prestados, como condição para a emissão do atestado de execução dos serviços; e

Fiscalização:

Tal sugestão já foi passada às instâncias superiores para providências. Destaca-se que foi firmado o Contrato n.º. 008/2023 - CCL, cujo objeto é a "prestação de serviços de geotécnicos/geológicos, e de controle tecnológico laboratorial (concreto, betumes e solos), com fornecimento de material, mão de obra e equipamentos, destinados à elaboração de projetos e à fiscalização/acompanhamento das obras sob a responsabilidade da Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal – SODF, conforme anexos I e II. Lote 01 - Sondagens e Poços Exploratórios; Lote 02 - Serviços de Laboratório e Controle Tecnológico, consoante específica o Edital do Pregão Eletrônico n.º. 02/2022 - SODF." para essa finalidade.

R.17) Estabelecer, em até 90 dias, procedimento específico a ser utilizado pela SODF para a análise da adequação dos controles tecnológicos dos serviços de pavimentação (sub-base, base, imprimação, pintura de ligação, CBUQ, CAP e demais ligantes asfálticos) para a aceitação, a medição e o pagamento dos serviços, fazendo o uso de checklist com base nas normas e nas especificações definidas no termo de referência e no projeto licitado, em especial quando os referidos serviços fizerem parte das faixas A ou B da curva ABC do orçamento base da licitação. (Despacho – SODF/SUAF /UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI n.º 119541803)

Em relação à recomendação “R.11” do IAC (renumerada para “R.14” neste relato final), considerando que a SODF procedeu à glosa de R\$ 213.957,68 indicada pela equipe de auditoria, no âmbito da 22ª medição do contrato, conforme Relatório Técnico - SODF/SUAF /UNEOBRAS (SEI n.º 115312547), ela será consignada como atendida neste relatório final.



No que diz respeito à recomendação inicial “R.12”, apesar de a fiscalização ter anuído com a medição indevida do serviço de pintura de ligação nos trechos de pavimentação analisados pela equipe de auditoria em sua amostra (da 1ª medição até a 12ª medição), tanto é que procedeu à glosa integral do montante indicado na recomendação “R.11” do IAC, os executores do contrato registraram que ainda seriam “*efetuados maiores pedidos de esclarecimentos junto à SUPOP/SODF*”, vez que a orçamentista responsável pela elaboração do orçamento base da licitação – ou seja, que quantificou na planilha orçamentária o serviço de pintura de ligação sobre a base imprimada – é da SUPOP.

Registre-se que tal posicionamento foi o mesmo da Coordenação de Análise e Conferência de Medições, que registrou que “*cabe questionamento à SUPOP/SODF do motivo de ter orçado o item da pintura de ligação para as vias a serem executadas no contrato e se há de fato a necessidade de aplicar pintura de ligação, com ônus ao GDF, sobre o serviço de imprimação*” (Relatório Técnico - SODF/SUAF/COACM, SEI nº 114958805).

No entanto, a única manifestação da SUPOP em relação aos apontamentos consignados no IAC foi a exarada pela sua Unidade Especial de Elaboração de Orçamentos – UNIORC, nos termos do Despacho – SODF/SUPOP/UNIORC (SEI nº 118872532), sendo que neste abordou apenas a irregularidade registrada no Ponto de Auditoria 3.1.4, a respeito do superfaturamento nos serviços relacionados à protensão das vigas longarinas. Ou seja, a SUPOP, quando de sua manifestação a respeito dos achados de auditoria, não trouxe qualquer esclarecimento adicional sobre o motivo de ter previsto no orçamento base o serviço de pintura de ligação sobre a camada de base imprimada.

Ademais, em consulta às demais medições do Contrato, posteriores à última incluída na amostra de auditoria (12ª medição), identificou-se que a SODF não se absteve de medir e pagar pelo serviço de pintura de ligação sobre a camada de base, em brita graduada, já imprimada. Registre-se que tal situação fora identificada, inclusive, em medições posteriores à do recebimento do IAC (22ª medição, referente ao período de execução de serviços entre 1º/5 e 31/5/2023), ou seja, mesmo após ter tido conhecimento do registro feito pela equipe de auditoria ao longo do “*Fato*” do Ponto de Auditoria e na própria recomendação inicial “R.12”:



Tabela 5.18 – Detalhamento dos quantitativos medidos de pintura de ligação em medições posteriores à amostra de auditoria.

Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Pintura de Ligação		
						Área (m ²)	Taxa Aplic. (kg/m ²)	Lig. Asf. (t)
14ª (SEI nº 98475047)	06 - Retorno Provisório		Tipo 02	13,77	7,00	96,41	0,50	0,048
	Subtotal					96,41		0,048
16ª (SEI nº 101181829)	07 - Eixo 2	E11+00 a 22+00	Tipo 01	220,00	10,50	2.310,00	0,50	1,155
						2.310,00	0,50	1,155
		E27+00 a 31+00	Tipo 01	80,00	10,50	840,00	0,50	0,420
						840,00	0,50	0,420
		E31+00 a 33+00	Tipo 01	40,00	9,28	371,28	0,50	0,186
						371,28	0,50	0,186
	08 - Eixo 6		Tipo 02	340,00	7,00	2.380,00	0,50	1,190
	09 - Eixo 8		Tipo 02	377,66	7,00	2.643,59	0,50	1,322
10 - Retorno Provisório		Tipo 02	167,35	7,00	1.171,46	0,50	0,586	
Subtotal					13.237,61		6,619	
18ª (SEI nº 105524948)	08 - Eixo 6	E17+00 a 22+10	Tipo 02	110,00	7,00	770,00	0,50	0,385
	Subtotal					770,00		0,385
19ª (SEI nº 107606600)	07 - Eixo 2	E0+00 a 11+00	Tipo 01	220,00	10,50	2.310,00	0,50	1,733
						2.310,00	0,50	1,733
		E31+00 a 33+00	Tipo 01	40,00	1,22	48,72	0,50	0,000
						48,72	0,50	0,000
		E33+00 a 36+10	Tipo 01	70,00	10,50	735,00	0,50	0,368
						735,00	0,50	0,368
Subtotal					6.187,44		4,200	
20ª (SEI nº 110203676)	07 - Eixo 2	Conc. Entrada	Tipo 01	19,88	4,00	79,50	0,50	0,040
							79,50	0,50
		Conc. Saída	Tipo 01	16,25	4,00	65,00	0,50	0,033
							65,00	0,50
	11 - Eixo 1	E12+10 a 18+10	Tipo 01	120,00	10,50	1.260,00	0,50	0,630
						1.260,00	0,50	0,630
	12 - Alça 1	E0+00 a 1+00	Tipo 01	20,00	3,50	70,00	0,50	0,035
							70,00	0,50
		E1+00 a 2+00	Tipo 01	20,00	7,00	140,00	0,50	0,070
							140,00	0,50
13 - Alça 2	E6+00 a 6+10	Tipo 01	10,00	7,00	70,00	0,50	0,035	
						70,00	0,50	0,035
	E6+10 a 7+2,063	Tipo 01	12,06	3,50	42,22	0,50	0,021	
						42,22	0,50	0,021



Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Pintura de Ligação		
						Área (m ²)	Taxa Aplic. (kg/m ²)	Lig. Asf. (t)
20ª (SEI nº 110203676)	14 - Alça 3	E6+10 a 8+00	Tipo 01	30,00	7,00	210,00	0,50	0,105
						210,00	0,50	0,105
		E8+00 a 9+00	Tipo 01	20,00	3,50	70,00	0,50	0,035
						70,00	0,50	0,035
	15 - Eixo 7	E0+00 a 5+00	Tipo 01	100,00	3,50	350,00	0,50	0,175
						350,00	0,50	0,175
		E5+00 a 6+00	Tipo 01	20,00	7,00	140,00	0,50	0,070
						140,00	0,50	0,070
Subtotal						4.993,44		2,497
22ª (SEI nº 114902562)	11 - Eixo 1	E0+00 a 12+10	Tipo 01	174,50	10,50	1.832,25	0,50	0,916
						1.832,25	0,50	0,916
		E20+00 a 36+10	Tipo 01	267,00	10,50	2.803,50	0,50	1,402
						2.803,50	0,50	1,402
	16 - Eixo 3	E0+00 a 9+00	Tipo 02	180,00	10,50	1.890,00	0,50	1,890
	17 - Eixo 4	E0+00 a 9+00	Tipo 02	180,00	11,10	1.998,00	0,50	0,999
	18 - Baía de Ônibus		Tipo 02	91,47	3,53	322,89	0,50	0,161
Subtotal						13.482,39		7,686
24ª (SEI nº 119760923)	12 - Alça 1	E2+00 a 8+05	Tipo 01	125,00	7,00	875,00	0,50	0,438
						875,00	0,50	0,438
	17 - Eixo 4	E9+00 a 14+00	Tipo 02	100,00	10,50	1.050,00	0,50	0,525
						472,50	0,50	0,525
	E14+00 a 16+05	Tipo 01	45,00	10,50	472,50	0,50	0,525	
					472,50	0,50	0,525	
	19 - Alça 2	E0+00 a 6+10	Tipo 01	130,00	7,00	910,00	0,50	0,455
E0+00 a 6+10	Tipo 01	130,00	7,00	910,00	0,50	0,455		
				910,00	0,50	0,455		
20 - Eixo 5	E0+00 a 12+10	Tipo 02	250,00	7,00	1.750,00	0,50	0,875	
Subtotal						7.315,00		4,235
25ª (SEI nº 122378493)	14 - Alça 3	E0+00 a 6+10	Tipo 01	130,00	7,00	910,00	0,50	0,455
						910,00	0,50	0,455
	17 - Eixo 4	E16+05 a 16+6,49	Tipo 01	1,49	10,50	15,65	0,50	0,236
						15,65	0,50	0,236
		E16+6,49 a 20+06	Tipo 01	81,49	14,00	1.140,86	0,50	0,010
						1.140,86	0,50	0,010
		E20+06 a 23+00	Tipo 01	54,00	10,50	567,00	0,50	0,428
						567,00	0,50	0,428
	E23+00 a 27+14,20	Tipo 02	94,20	10,50	989,10	0,50	0,284	
	Subtotal						6.256,11	

Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Pintura de Ligação		
						Área (m ²)	Taxa Aplic. (kg/m ²)	Lig. Asf. (t)
26ª (SEI nº 123703538)	15 - Eixo 7	E6+00 a 20+6,80	Tipo 02	286,80	7,00	2.007,60	0,50	1,004
	16 - Eixo 3	E9+00 a 14+00	Tipo 02	100,00	10,50	1.050,00	0,50	0,525
		E14+00 a 15+19,50	Tipo 01	39,50	10,50	414,75	0,50	0,207
						414,75	0,50	0,207
		E15+19,50 a 22+1,59	Tipo 01	122,09	14,00	1.709,26	0,50	0,855
						1.709,26	0,50	0,855
		E22+1,59 a 24+00	Tipo 01	38,41	10,50	403,31	0,50	0,202
	403,31					0,50	0,202	
	21 - Alça 4	E0+00 a 1+00	Tipo 01	20,00	3,50	70,00	0,50	0,035
						70,00	0,50	0,035
		E1+00 a 8+00	Tipo 01	140,00	7,00	980,00	0,50	0,490
						980,00	0,50	0,490
	Subtotal						11.035,43	
27ª (SEI nº 126485110)	22 - Retorno		Tipo 02	9,54	7,00	66,80	0,50	0,033
	23 - Baía de Ônibus		Tipo 02	22,91	7,00	160,40	0,50	0,080
	Subtotal						227,20	
Total						63.601,03		33,84

Observe-se, da Tabela 5.18, que a SODF mediu o serviço de pintura de ligação duas vezes nos trechos com pavimento de estrutura do “Tipo 01” (Figura 5.3) – isto é, com duas camadas de CBUQ: uma de Faixa “A” ou “Binder”, de 6,0 cm, aplicada sobre a base granular; e outra de Faixa “C”, de 5,0 cm, aplicada sobre a de Faixa “A”. Ou seja, verifica-se a medição indevida de uma camada de pintura de ligação sobre a camada de base imprimada, além da medição devida da camada de pintura de ligação entre as duas camadas de CBUQ.

Relembre-se que, conforme pontuado ao longo do relato inicial, a finalidade única da pintura de ligação é promover condições de aderência entre a camada anterior e o revestimento a ser executado. Entretanto, essa aderência já é obtida por meio da imprimação – que possui tríplice funcionalidade (coesão superficial, impermeabilização e aderência). Assim, a aplicação da pintura de ligação posteriormente à imprimação da camada de base é uma exceção, não uma regra, sendo a situação normal a aplicação direta do revestimento betuminoso sobre a camada imprimada.

De igual forma, como não foi identificado nos autos qualquer condicionante técnica que motivasse a necessidade de uma pintura de ligação sobre a superfície imprimada, e que não pudesse ser atribuída à responsabilidade exclusiva do executante, considera-se indevida a totalidade da medição do serviço de pintura de ligação nesses casos.

Assim, ao desconsiderar o serviço de pintura de ligação sobre a camada de base imprimada, em todos os trechos de pavimentação executados nas medições posteriores à amostra da auditoria, obtém-se os seguintes quantitativos para o serviço de pintura de ligação:

Tabela 5.19 – Detalhamento dos quantitativos ajustados de pintura de ligação em medições posteriores à amostra de auditoria.

Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Pintura de Ligação		
						Área (m ²)	Taxa Aplic. (kg/m ²)	Lig. Asf. (t)
14ª (SEI nº 98475047)	06 - Retorno Provisório		Tipo 02	13,77	7,00	-	-	-
	Subtotal					0,00		0,000
16ª (SEI nº 101181829)	07 - Eixo 2	E11+00 a 22+00	Tipo 01	220,00	10,50	2.310,00	0,50	1,155
		E27+00 a 31+00	Tipo 01	80,00	10,50	840,00	0,50	0,420
		E31+00 a 33+00	Tipo 01	40,00	9,28	371,28	0,50	0,186
	08 - Eixo 6		Tipo 02	340,00	7,00	-	-	-
	09 - Eixo 8		Tipo 02	377,66	7,00	-	-	-
	10 - Retorno Provisório		Tipo 02	167,35	7,00	-	-	-
	Subtotal					3.521,28		1,761
18ª (SEI nº 105524948)	08 - Eixo 6	E17+00 a 22+10	Tipo 02	110,00	7,00	-	-	-
	Subtotal					0,00		0,000
19ª (SEI nº 107606600)	07 - Eixo 2	E0+00 a 11+00	Tipo 01	220,00	10,50	2.310,00	0,50	1,155
		E31+00 a 33+00	Tipo 01	40,00	1,22	48,72	0,50	0,024
		E33+00 a 36+10	Tipo 01	70,00	10,50	735,00	0,50	0,368
	Subtotal					3.093,72		1,547
20ª (SEI nº 110203676)	07 - Eixo 2	Conc. Entrada	Tipo 01	19,88	4,00	79,50	0,50	0,040
		Conc. Saída	Tipo 01	16,25	4,00	65,00	0,50	0,033
		Subtotal					-	-



Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Pintura de Ligação		
						Área (m ²)	Taxa Aplic. (kg/m ²)	Lig. Asf. (t)
20ª (SEI nº 110203676)	11 - Eixo 1	E12+10 a 18+10	Tipo 01	120,00	10,50	1.260,00	0,50	0,630
						-	-	-
	12 - Alça 1	E0+00 a 1+00	Tipo 01	20,00	3,50	70,00	0,50	0,035
						-	-	-
	12 - Alça 1	E1+00 a 2+00	Tipo 01	20,00	7,00	140,00	0,50	0,070
						-	-	-
	13 - Alça 2	E6+00 a 6+10	Tipo 01	10,00	7,00	70,00	0,50	0,035
						-	-	-
	13 - Alça 2	E6+10 a 7+2,063	Tipo 01	12,06	3,50	42,22	0,50	0,021
						-	-	-
	14 - Alça 3	E6+10 a 8+00	Tipo 01	30,00	7,00	210,00	0,50	0,105
						-	-	-
	14 - Alça 3	E8+00 a 9+00	Tipo 01	20,00	3,50	70,00	0,50	0,035
						-	-	-
	15 - Eixo 7	E0+00 a 5+00	Tipo 01	100,00	3,50	350,00	0,50	0,175
-						-	-	
15 - Eixo 7	E5+00 a 6+00	Tipo 01	20,00	7,00	140,00	0,50	0,070	
					-	-	-	
Subtotal						2.496,72		1,248
22ª (SEI nº 114902562)	11 - Eixo 1	E0+00 a 12+10	Tipo 01	174,50	10,50	1.832,25	0,50	0,916
						-	-	-
	11 - Eixo 1	E20+00 a 36+10	Tipo 01	267,00	10,50	2.803,50	0,50	1,402
						-	-	-
	16 - Eixo 3	E0+00 a 9+00	Tipo 02	180,00	10,50	-	-	-
	17 - Eixo 4	E0+00 a 9+00	Tipo 02	180,00	11,10	-	-	-
18 - Baía de Ônibus		Tipo 02	91,47	3,53	-	-	-	
Subtotal						4.635,75		2,318
24ª (SEI nº 119760923)	12 - Alça 1	E2+00 a 8+05	Tipo 01	125,00	7,00	875,00	0,50	0,438
						-	-	-
	17 - Eixo 4	E9+00 a 14+00	Tipo 02	100,00	10,50	-	-	-
						-	-	-
	17 - Eixo 4	E14+00 a 16+05	Tipo 01	45,00	10,50	472,50	0,50	0,236
						-	-	-
19 - Alça 2	E0+00 a 6+10	Tipo 01	130,00	7,00	910,00	0,50	0,455	
-	-	-	-	-	-	-	-	
20 - Eixo 5	E0+00 a 12+10	Tipo 02	250,00	7,00	-	-	-	
Subtotal						2.257,50		1,129



Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	Comprimento (m)	Largura (m)	Pintura de Ligação		
						Área (m ²)	Taxa Aplic. (kg/m ²)	Lig. Asf. (t)
25ª (SEI nº 122378493)	14 - Alça 3	E0+00 a 6+10	Tipo 01	130,00	7,00	910,00	0,50	0,455
						-	-	-
	17 - Eixo 4	E16+05 a 16+6,49	Tipo 01	1,49	10,50	15,65	0,50	0,008
						-	-	-
		E16+6,49 a 20+06	Tipo 01	79,51	14,00	1.113,14	0,50	0,557
						-	-	-
E20+06 a 23+00	Tipo 01	54,00	10,50	567,00	0,50	0,284		
				-	-	-		
E23+00 a 27+14,20	Tipo 02	94,20	10,50	-	-	-		
Subtotal						2.605,79		1,303
26ª (SEI nº 123703538)	15 - Eixo 7	E6+00 a 20+6,80	Tipo 02	286,80	7,00	-	-	-
	16 - Eixo 3	E9+00 a 14+00	Tipo 02	100,00	10,50	-	-	-
						-	-	-
		E14+00 a 15+19,50	Tipo 01	39,50	10,50	414,75	0,50	0,207
						-	-	-
		E15+19,50 a 22+1,59	Tipo 01	122,09	14,00	1.709,26	0,50	0,855
						-	-	-
	E22+1,59 a 24+00	Tipo 01	38,41	10,50	403,31	0,50	0,202	
-					-	-		
E24+00 a 27+18,40	Tipo 02	78,40	10,50	-	-	-		
				-	-	-		
21 - Alça 4	E0+00 a 1+00	Tipo 01	20,00	3,50	70,00	0,50	0,035	
					-	-	-	
E1+00 a 8+00	Tipo 01	140,00	7,00	980,00	0,50	0,490		
				-	-	-		
Subtotal						3.577,32		1,79
27ª (SEI nº 126485110)	22 - Retorno		Tipo 02	9,54	7,00	-	-	-
	23 - Baía de Ônibus		Tipo 02	22,91	7,00	-	-	-
Subtotal						0,00		0,000
Total						22.188,07		11,09

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria. Além dos locais em que se desconsiderou a execução do serviço, também foram corrigidos erros pontuais no cálculo de outros valores.

Assim sendo, considerando todos esses ajustes, apura-se uma diferença de **R\$ 84.509,93** entre o que foi medido e pago ao executante e o calculado pela equipe de auditoria para o serviço de pintura de ligação (Tabela 5.20). Esclarece-se que nesse montante não estão considerados os valores decorrentes do reequilíbrio econômico-financeiro firmado pelo aumento

dos preços dos materiais betuminosos (SEI nº 104892491, Processo SEI nº 00110-00003609/2022-71), tampouco do reajuste anual de preços incidente sobre as medições, os quais precisam ser apurados pela SODF e somados ao montante inicial para proceder à glosa.

Tabela 5.20 – Quantitativos e preços totais apurados para os serviços afetos à pintura de ligação em medições posteriores à amostra de auditoria.

Item ABC	Código	Descrição	Unid.	Quant.	P.U. - Contr. (R\$)	P.T. - Contr. (R\$)
DESVIO PROVISORIO E SISTEMA VIÁRIO						
79	96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EMULSÃO (RR-1C). ORIGEM SINAPI - 96402	m ²	22.188,07	0,70	15.486,65
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISORIO E SISTEMA VIÁRIO						
63	41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTACAO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	t	11,09	2.444,20	27.116,04
Preço total apurado do serviço de pintura de ligação da 14ª até a 27ª medição						42.602,69
Preço total medido do serviço de pintura de ligação da 14ª até a 27ª medição						127.112,62
Diferença						84.509,93

Diante disso, e considerando que a medição final do Contrato foi a 28ª medição, referente ao período de execução de 1º/11 a 25/11/2023 (Processo SEI nº 00110-00003718/2023-79) – a qual ainda se encontra em análise por parte da SODF –, não há razão para manter a recomendação “R.12” prevista no IAC, vez que já restou configurado o seu **não atendimento** pela SODF.

Nesse sentido, modificar-se-á a recomendação “R.12” (a qual fora renumerada para “R.15” neste relato final), não mais prevendo que a SODF se abstenha de medir o serviço, mas sim que **proceda à glosa** dos valores medidos e pagos indevidamente do serviço de pintura de ligação, e, caso não haja saldo contratual em aberto suficiente para a glosa, que avalie, junto à sua Assessoria Jurídico-Legislativa – AJL, a possibilidade de acionar a garantia contratual para reaver os valores pagos indevidamente ao executante, ou, em não sendo possível, que instaure procedimento específico para tal finalidade.

De igual forma, no que tange à manifestação da fiscalização da SODF sobre a recomendação “R.13” do IAC, muito embora ela tenha sido no sentido de que “*Tal questionamento será formalizado junto à SUPOP/SODF*”, verificou-se que até a medição final do Contrato (28ª medição) não foram acostados aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01 os documentos solicitados na recomendação, quais sejam: *i.* o esclarecimento a respeito de quais devem ser os ligantes asfálticos a serem empregados nos serviços de



imprimação e de pintura de ligação, tendo em vista a divergência entre as informações constantes do termo de referência e do orçamento base da licitação; e *ii.* os resultados das determinações das taxas de aplicação ideais desses ligantes a serem empregadas nos serviços, em atenção às normas técnicas aplicáveis.

Assim sendo, considerando que tal recomendação só seria efetiva se tivesse sido atendida tempestivamente à execução dos serviços de pavimentação previstos no contrato, vez que os documentos solicitados iriam balizar tanto a execução dos serviços por parte do executante, quanto o acompanhamento e a medição deles pela fiscalização, também não há motivo para mantê-la neste relatório final, já que ela também **não foi atendida**. Dessa forma, a recomendação “R.13” do IAC será retirada.

Em relação à recomendação inicial “R.14”, na qual se propôs que fosse acostado aos autos dos processos da obra o projeto de mistura asfáltica apresentado pelo executante, de forma a balizar a fiscalização no acompanhamento e na medição dos serviços de concreto betuminoso usinado a quente – CBUQ e de seu ligante asfáltico (cimento asfáltico de petróleo – CAP), os executores do contrato reconheceram que “*Para o serviço de desvio de obra, não foi adotado tal rigor*”, mas que “*para o serviço de pavimentação definitiva*” haviam “*solicitado [o] traço de mistura asfáltica faixa A e C*” ao executante, e asseguraram que “*para os serviços de asfalto medidos após aprovação das misturas asfálticas, o CAP foi limitado aos dados dos laudos*”.

Ainda, a fiscalização da SODF informou que todas as tratativas relacionadas a esses projetos de mistura asfálticas estavam nos autos dos Processos SEI nºs 00110-00002785/2022-95 e 00110-00002187/2022-16, bem como informou os documentos referentes a esses projetos, quais sejam: traço do CBUQ Faixa “C” (SEI nº 95548573); e traço do CBUQ Faixa “A” (SEI nº 95548353).

Nesse contexto, identificou-se que ambos os projetos foram encaminhados pelo executante à SODF por meio da Carta CE 212-2022, de 13/9/2022 (SEI nº 95548151), e que ambos foram aprovados pela supervisora em 11/10/2022, conforme Carta EC202100020876 (SEI nº 97624002). Ainda, em consulta aos referidos documentos, verificou-se a especificação de um teor ótimo de CAP de 4,50% para o CBUQ Faixa “A” e de 5,30% para o CBUQ Faixa “C”.

A partir dessas informações, recorreu-se às demais medições do contrato, posteriores à aprovação dos traços das misturas asfálticas pela supervisora – a qual ocorreu no âmbito da 15ª medição do contrato, referente a execução de serviços no período de 1º/10 a 31/10/2022 –, e verificou-se que, na verdade, os teores de CAP adotados na medição do serviço de

aquisição e transporte do CAP somente passaram a ser limitados aos teores ótimos especificados nos projetos aprovados a partir da 25ª medição:

Tabela 5.21 – Detalhamento dos parâmetros considerados para o CBUQ em medições posteriores à amostra de auditoria.

Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	CBUQ	Espessura CBUQ (cm)	Densidade CBUQ (t/m ³)	% CAP
14ª (SEI nº 98475047)	06 - Retorno Provisório		Tipo 02	Faixa C	5,25	2,353	5,06%
16ª (SEI nº 101181829)	07 - Eixo 2	E11+00 a 22+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,372	4,76%
				Faixa C	5,25	2,371	5,35%
		E27+00 a 31+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,372	4,76%
				Faixa C	5,25	2,371	5,35%
	E31+00 a 33+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,372	4,76%	
			Faixa C	5,25	2,371	5,35%	
	08 - Eixo 6		Tipo 02	Faixa C	5,25	2,365	5,32%
	09 - Eixo 8		Tipo 02	Faixa C	5,25	2,365	5,32%
10 - Retorno Provisório		Tipo 02	Faixa C	5,25	2,359	5,20%	
18ª (SEI nº 105524948)	08 - Eixo 6	E17+00 a 22+10	Tipo 02	Faixa C	5,25	2,358	5,38%
19ª (SEI nº 107606600)	07 - Eixo 2	E0+00 a 11+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,345	4,53%
				Faixa C	4,73	2,356	5,01%
		E31+00 a 33+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,345	4,53%
				Faixa C	-	-	-
		E33+00 a 36+10	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,345	4,53%
				Faixa C	4,73	2,356	5,01%
20ª (SEI nº 110203676)	07 - Eixo 2	Concordância Entrada	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	4,73	2,349	5,05%
		Concordância Saída	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	4,73	2,349	5,05%
	11 - Eixo 1	E12+10 a 18+10	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
	12 - Alça 1	E0+00 a 1+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
		E1+00 a 2+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%



Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	CBUQ	Espessura CBUQ (cm)	Densidade CBUQ (t/m ³)	% CAP
20ª (SEI nº 110203676)	13 - Alça 2	E6+00 a 6+10	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
		E6+10 a 7+2,063	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
	14 - Alça 3	E6+10 a 8+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
		E8+00 a 9+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
	15 - Eixo 7	E0+00 a 5+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
		E5+00 a 6+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	4,52%
				Faixa C	5,25	2,349	5,05%
22ª (SEI nº 114902562)	11 - Eixo 1	E0+00 a 12+10	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,400	4,51%
				Faixa C	5,25	2,400	5,01%
		E20+00 a 36+10	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,400	4,51%
				Faixa C	5,25	2,400	5,01%
	16 - Eixo 3	E0+00 a 9+00	Tipo 02	Faixa C	5,25	2,400	5,00%
	17 - Eixo 4	E0+00 a 9+00	Tipo 02	Faixa C	5,25	2,400	5,00%
	18 - Baía de Ônibus		Tipo 02	Faixa C	5,25	2,400	5,30%
24ª (SEI nº 119760923)	12 - Alça 1	E2+00 a 8+05	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,342	5,00%
				Faixa C	5,00	2,400	5,30%
	17 - Eixo 4	E9+00 a 14+00	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,400	5,30%
		E14+00 a 16+05	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,400	5,00%
	Faixa C			5,00	2,400	5,30%	
	19 - Alça 2	E0+00 a 6+10	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,400	5,00%
				Faixa C	5,00	2,400	5,30%
20 - Eixo 5	E0+00 a 12+10	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,400	5,30%	
25ª (SEI nº 122378493)	14 - Alça 3	E0+00 a 6+10	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,370	4,30%
				Faixa C	5,00	2,343	5,10%
	17 - Eixo 4	E14+00 a 16+05	Tipo 01	Faixa A	-	-	-
				Faixa C	5,00	2,357	5,20%
		E16+05 a 16+6,49	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,360	4,30%
				Faixa C	5,00	2,357	5,20%



Medição	Trecho		Tipo de Pavimento	CBUQ	Espessura CBUQ (cm)	Densidade CBUQ (t/m ³)	% CAP
25ª (SEI nº 122378493)	17 - Eixo 4	E16+6,49 a 20+06	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,360	4,30%
				Faixa C	5,00	2,357	5,20%
		E20+06 a 23+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,360	4,30%
				Faixa C	5,00	2,357	5,20%
		E23+00 a 27+14,20	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,357	5,20%
26ª (SEI nº 123703538)	15 - Eixo 7	E6+00 a 20+6,80	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,400	5,30%
	16 - Eixo 3	E9+00 a 14+00	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,400	5,30%
		E14+00 a 15+19,50	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,396	4,50%
				Faixa C	5,00	2,400	5,30%
		E15+19,50 a 22+1,59	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,396	4,50%
				Faixa C	5,00	2,400	5,30%
		E22+1,59 a 24+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,396	4,50%
	Faixa C			5,00	2,400	5,30%	
	E24+00 a 27+18,40	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,400	5,30%	
	21 - Alça 4	E0+00 a 1+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,388	4,50%
				Faixa C	5,00	2,404	5,30%
		E1+00 a 8+00	Tipo 01	Faixa A	6,00	2,388	4,50%
Faixa C				5,00	2,404	5,30%	
27ª (SEI nº 126485110)	22 - Retorno	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,400	5,30%	
	23 - Baía de Ônibus	Tipo 02	Faixa C	5,00	2,400	5,30%	

* O destaque em vermelho é para indicar os locais em que o percentual de CAP considerado na medição é superior ao especificado no referido projeto de mistura asfáltica.

Esclarece-se que a equipe de auditoria não identificou nos autos das medições posteriores à 24ª qualquer ajuste que indicasse essa correção dos quantitativos medidos a maior de CAP. No entanto, a recomendação “R.14” do IAC (renumerada para “R.16” neste relato final) será mantida, para que a SODF possa apresentar os documentos comprobatórios dessa correção, quando do monitoramento de seu atendimento por esta CGDF.

No que diz respeito à recomendação “R.15” do IAC, a SODF pontuou apenas que repassou a informação “ao Consórcio para as medições futuras à apresentação do referido relatório de auditoria”, no entanto, não acostou qualquer comprovação de que as notas de serviço de terraplenagem apresentadas pelo executante na instrução dos demais processos de pagamento passaram a conter estaqueamento condizente com o do croqui utilizado para demonstrar o local de execução dos serviços de pavimentação, as quais deveriam indicar, dentre outras informações, os pontos notáveis do projeto geométrico e os eventuais pontos de



concordância com outros trechos viários. Assim, similarmente, a referida recomendação (renumerada para “R.17” neste relatório final) será mantida para fins de monitoramento de seu atendimento por esta CGDF.

Por sua vez, em relação à recomendação inicial “R.16”, em que se recomendou à SODF que fosse acrescentada etapa, na rotina de instrução dos processos de pagamentos, de expedição de relatório técnico, **por parte da fiscalização**, em que fosse avaliada, **materialmente**, a conformidade dos resultados dos ensaios do controle tecnológico apresentados – seja pelo executante ou por qualquer terceiro –, vez que na auditoria foram identificadas situações em que os laudos de controle tecnológico emitidos pela NOVACAP não permitiam concluir pela aceitação do serviço de pavimentação, pelo não atendimento de critérios previstos nas normas técnicas, e, ainda assim, a fiscalização atestou suas execuções.

Nesse sentido, esclarece-se que o intuito da recomendação é aprimorar o controle primário já executado pela fiscalização da SODF no âmbito das medições dos serviços, incluindo uma etapa específica de **avaliação material dos resultados** de ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato.

Assim, ainda que a SODF tenha firmado um contrato com a empresa CCL Serviços em Rodovias – Eireli - ME, CNPJ nº 29.105.107/0001-86 (Contrato nº 008/2023 – SODF) para a prestação de serviços de controle tecnológico laboratorial, de forma a auxiliar a fiscalização da SODF, remanesce a necessidade de que **a SODF proceda a avaliação de seus resultados** para que possa concluir, com base nas normas técnicas que regulamentam os serviços, **pela aceitação ou não** do serviço executado, e, somente no caso de aceitação, prosseguir com o atesto e o pagamento do serviço.

Desse modo, esclarecidos esses aspectos a respeito da recomendação “R.16” inicialmente proposta (a qual foi renumerada para “R.18” neste relatório final), informa-se que ela será mantida para fins de monitoramento de seu pleno atendimento por esta CGDF.

Ademais, embora a SODF não tenha se posicionado sobre a viabilidade ou não de implementação da recomendação “R.17” (renumerada para “R.19” neste relato final), reforça-se a sua importância, vez que também contribui para o aprimoramento dos controles primários da SODF. Assim sendo, ela também será mantida para fins de monitoramento de seu atendimento por esta CGDF.

Por fim, apesar de ter sido apontado pela equipe de auditoria no IAC a irregularidade na medição de espessuras de CBUQ Faixa “C” acima do valor especificado em projeto (5,0 cm), bem de ter sido proposta pela COACM a “recomendação extra”, qual seja, de *“que, todos os trechos de pavimentação que não foram auditados, mas já foram medidos com*



espessura de asfalto superior a 5 cm, sejam ajustados em medições futuras (posteriores à 12ª medição), solicitando à Contratada o estorno de quantidades medidas a maior”, registre-se que, conforme indicado na Tabela 5.21, a fiscalização da SODF somente adotou 5,0 cm como a espessura máxima a ser medida para o referido CBUQ a partir da 24ª medição.

De igual forma, como a equipe de auditoria não identificou nos autos das medições posteriores à 24ª qualquer indicativo de correção dos quantitativos medidos a maior do serviço de CBUQ, será proposta nova recomendação à SODF (recomendação “R.20” neste relato final), para que apresente os referidos documentos comprobatórios que atestem essa correção.

Causa

Em 2021 e 2022:

a) Falha da fiscalização na aceitação dos serviços de pavimentação sem que tenha exigido os devidos controles tecnológicos previstos nas normas técnicas especificadas no termo de referência da contratação e no projeto licitado; e

Em 2021, 2022 e 2023:

b) Falha da fiscalização pela não observância dos critérios de medição previstos nas normas técnicas especificadas no termo de referência da contratação e no projeto licitado quando da medição dos serviços de pavimentação.

Consequência

a) Pagamento indevido no valor de **R\$ 298.467,61**, resultante da medição e pagamento de quantitativos superiores aos efetivamente executados; e

b) Aceitação dos serviços, processamento das medições e respectivos pagamentos dos serviços de pavimentação com insuficiente controle tecnológico, com risco de recebimento de serviços com qualidade aquém da contratada.

Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

R.14) (ATENDIDA) Proceder à glosa de **R\$ 213.957,68** nas próximas medições do Contrato nº 020/2021 – SODF em decorrência do superfaturamento por quantidade identificado nos itens relacionados aos serviços de pavimentação;



- R.15) Proceder à glosa de **R\$ 84.509,93**, somado aos valores decorrentes do reequilíbrio econômico-financeiro pelo aumento dos preços dos materiais betuminosos (SEI nº 104892491) e do reajuste anual de preços incidente sobre as medições, em decorrência do pagamento do serviço de pintura de ligação sobre a camada de base imprimada. Caso não haja saldo contratual em aberto suficiente para a referida glosa, que avalie, junto à sua Assessoria Jurídico-Legislativa, a possibilidade de acionar a garantia contratual para reaver os valores pagos indevidamente ao executante, ou, em não sendo possível, que instaure procedimento específico para tal finalidade;
- R.16) Acostar, no prazo de 60 dias, aos autos do Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01 e/ou aos processos de pagamento o projeto de mistura asfáltica apresentado pelo executante, bem como adotar medidas para que nas próximas medições de CAP o percentual considerado seja limitado ao percentual definido nesse projeto de mistura asfáltica;
- R.17) Exigir do executante, quando da apresentação dos documentos necessários para instrução dos processos de pagamentos, nota de serviço de terraplenagem com estaqueamento condizente com o do croqui utilizado para demonstrar o local de execução dos serviços de pavimentação, devendo constar, dentre outras informações, os pontos notáveis do projeto geométrico e os eventuais pontos de concordância com outros trechos viários a serem implantados ou já existentes e que serão mantidos, de forma a mitigar a possibilidade de nova ocorrência de medição de serviços em duplicidade e/ou não executados;
- R.18) Acrescentar etapa, na rotina de instrução dos processos de pagamentos, de expedição de relatório técnico em que se avalie materialmente a conformidade dos resultados de ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato, para fins de aceitação dos materiais empregados e dos serviços prestados, como condição para a emissão do atestado de execução dos serviços;
- R.19) Estabelecer, em até 90 dias, procedimento específico a ser utilizado pela SODF para a análise da adequação dos controles tecnológicos dos serviços de pavimentação (sub-base, base, imprimação, pintura de ligação, CBUQ, CAP e demais ligantes asfálticos) para a aceitação, a medição e o pagamento dos serviços, fazendo o uso de *checklist* com base nas normas e nas especificações definidas no termo de referência e no projeto licitado, em especial quando os referidos serviços fizerem parte das faixas A ou B da curva ABC do orçamento base da licitação; e
- R.20) Apresentar, no prazo de 30 dias, os documentos comprobatórios que atestem a correção dos quantitativos medidos a maior, desde a 14ª medição até a 22ª medição (Tabela 5.21), para o serviço de CBUQ Faixa “C”, em decorrência da consideração de espessura média acima da prevista em projeto (5,0 cm), em desacordo ao critério de medição do serviço.



3.1.6. SUPERFATURAMENTO NO SERVIÇO DE MOMENTO DE TRANSPORTE PARA DESCARTE DE MATERIAL

Classificação da falha: Tipo C

De início, esclarece-se que o item de serviço de momento de transporte (“*TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020*”, código 95876 da tabela SINAPI, item 3 da Curva ABC), foi previsto no orçamento base para remunerar o momento de transporte de diversos materiais e de diversas etapas da obra. Sinteticamente, esse serviço foi previsto para as seguintes finalidades:

- a. Descarte de material oriundo de: demolições (pavimento, meios-fios e estruturas de concreto), retiradas (camada vegetal e árvores) e escavações e cortes (terraplenagem e valas de drenagem); e
- b. Importação de material para pavimentação (cascalho, brita e concreto asfáltico).

A unidade de medida da composição de serviço de momento de transporte é o metro cúbico por quilômetro ($m^3.km$), assim, o serviço é quantificado pelo resultado da multiplicação do volume do material a ser transportado, expresso em metro cúbico (m^3), pela distância média de transporte – DMT[6.1], expressa em quilômetros (km), entre a origem e o destino desse material.

No orçamento base foram previstas distintas DMTs, a depender do material transportado e de sua destinação ou de sua origem (Figura 6.1).

Figura 6.1 - DMTs adotadas no orçamento base.

PARÂMETROS UTILIZADOS			
DISTÂNCIAS MÉDIAS DE TRANSPORTE ADOTADAS			
Centro de massa da EPIG Trecho 2 até o Lixão da Estrutural.	km	13,00	Mapa DMT
Centro de massa da EPIG Trecho 2 até o depósito da NOVACAP.	km	4,00	Mapa DMT
Centro de massa da EPIG Trecho 2 até a jazida Ponte Alta.	km	39,70	Mapa DMT
Centro de massa da EPIG Trecho 2 até a pedreira Ciplan	km	35,10	Mapa DMT

Fonte: Orçamento base (SEI nº 50505294, p. 109).

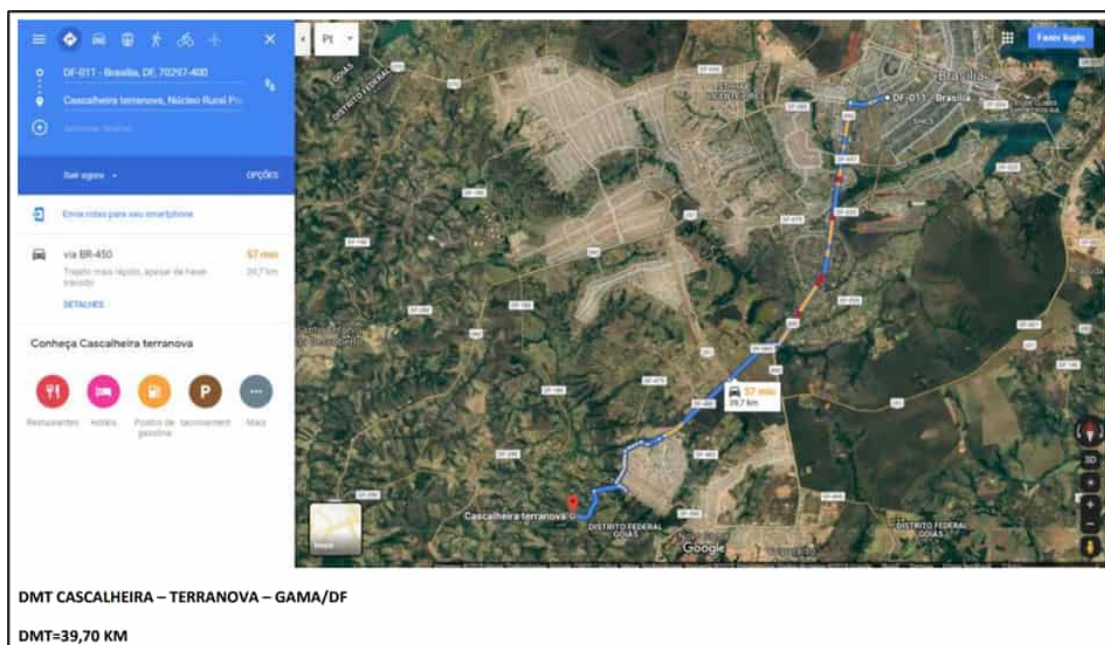
A título de exemplo, a DMT entre a obra e o bota-fora – local destinado ao descarte de materiais inservíveis para a obra – prevista no orçamento base foi de 13,0 km , e corresponde à distância entre o centro de massa da obra (origem) até a Unidade de Recebimento de Entulhos – URE do Serviço de Limpeza Urbano do Distrito Federal – SLU (destino) (Figura 6.2a), localizada na Estrutural, comumente conhecida por “Lixão da Estrutural”. Por sua vez, a DMT prevista no projeto entre o local de empréstimo de cascalho – material a ser importado

para utilização no serviço de sub-base do pavimento – e a obra foi de 39,70 km, conforme trajeto indicado na Figura 6.2b.

Figura 6.2 - Mapa indicativo das DMTs previstas no orçamento base.



(a) Da obra até o bota-fora (Lixão – Estrutural).



(b) Da cascalheira (Terranova – Gama/DF) até a obra.

Fonte: Orçamento base (SEI nº 50505294, p. 75/76).



Como dito, esse item de serviço foi previsto no orçamento base para remunerar o momento de transporte de diversos materiais e de diversas etapas da obra – mais especificamente ele constou de 20 incidências distintas do orçamento –, sendo que, até a 12ª medição, ele havia sido medido em 12 dessas ocorrências, conforme o detalhamento, segregado por finalidade, apresentado na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Ocorrências do item de serviço de momento de transporte no orçamento e totais medidos até a 12ª medição.

Item ¹	Finalidade do momento de transporte	P.U. Contratual ² (R\$)	Quant. Contratual ³ (m ³ .km)	P.T. Contratual (R\$)	Quant. Medida ⁴ (m ³ .km)	P.T. Medido ⁴ (R\$)
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS					
4.1.3	Descarte de material proveniente da limpeza de camada vegetal	1,60	217.291,39	347.513,55	90.623,66	144.934,17
4.2.4	Descarte de material proveniente da retirada de árvores	1,60	9.794,11	15.663,69	1.308,71	2.093,02
4.5.4	Descarte de material proveniente da <u>demolição de pavimento</u>	1,60	156.747,07	250.685,18	15.297,06	24.464,55
4.6.3	Descarte de material proveniente da <u>demolição de meios-fios</u>	1,60	4.871,09	7.790,32	898,38	1.436,78
4.7.4	Descarte de material proveniente da <u>demolição de concreto (passeio e abrigos)</u>	1,60	2.606,31	4.168,27	1.708,93	2.733,08
Subtotal do serviço no Item 4			391.309,97	625.821,01	109.836,73	175.661,60
5	TERRAPLANAGEM					
5.1.2	Descarte de material proveniente das <u>escavações e cortes</u>	1,60	1.572.147,48	2.514.331,32	332.045,01	531.038,70
Subtotal do serviço no Item 5			1.572.147,48	2.514.331,32	332.045,01	531.038,70
6	OBRAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS					
6.1.8	Descarte de material proveniente das <u>escavações e cortes</u>	1,60	73.815,78	118.053,38	26.542,01	42.448,57
Subtotal do serviço no Item 6			73.815,78	118.053,38	26.542,01	42.448,57
7	DESVIO PROVISÓRIO DO TRÂNSITO					
7.1.5	<u>Importação</u> de material para camada de <u>sub-base</u> do pavimento	1,60	86.889,94	138.962,85	62.238,76	99.538,28
7.1.9	<u>Importação</u> de material para camada de <u>base</u> do pavimento	1,60	73.600,13	117.708,49	52.719,89	84.314,78
7.1.12	<u>Importação</u> de material para camada de <u>revestimento</u> do pavimento	1,60	3.066,67	4.904,52	2.100,67	3.359,60
7.3.2	Descarte de material proveniente da <u>demolição de revestimento do pavimento</u>	1,60	4.742,41	7.584,52	0,00	0,00
Subtotal do serviço no Item 7			168.299,15	269.160,39	117.059,31	187.212,65
8	SISTEMA VIÁRIO					
8.1.5	<u>Importação</u> de material para camada de <u>sub-base</u> do pavimento	1,60	288.074,30	460.716,47	0,00	0,00



Item ¹	Finalidade do momento de transporte	P.U. Contratual ² (R\$)	Quant. Contratual ³ (m ³ .km)	P.T. Contratual (R\$)	Quant. Medida ⁴ (m ³ .km)	P.T. Medido ⁴ (R\$)
8.1.9	Importação de material para camada de <u>base</u> do pavimento	1,60	225.116,68	360.028,51	0,00	0,00
8.2.5	Importação de material para camada de <u>revestimento</u> do pavimento	1,60	12.057,25	19.283,13	0,00	0,00
8.3.3	Importação de material para camada de <u>revestimento</u> do pavimento	1,60	5.035,93	8.053,95	0,00	0,00
Subtotal do serviço no Item 8			530.284,16	848.082,06	0,00	0,00
9	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS					
9.1.1.1	Descarte de material proveniente da <u>escavação das estacas</u>	1,60	11.166,51	17.858,57	10.302,41	16.476,62
9.1.1.7	Descarte de material proveniente do <u>arrasamento das estacas</u>	1,60	577,65	923,83	297,48	475,76
9.1.2.8	Descarte de material proveniente da escavação de valas	1,60	782,55	1.251,53	0,00	0,00
9.1.3.8	Descarte de material proveniente da escavação de valas	1,60	81,77	130,77	0,00	0,00
9.8.3	Importação de material para camada de <u>revestimento</u> do pavimento	1,60	557,82	892,12	0,00	0,00
Subtotal do serviço no Item 9			13.166,30	21.056,83	10.599,89	16.952,38
Total do serviço			2.749.022,84	4.396.504,99	596.082,96	953.313,90

¹Numeração do orçamento base. Após as alterações contratuais, essa numeração passou a ser acrescida de uma unidade.

²Após o reequilíbrio econômico-financeiro e considerado o BDI de 20,34%.

³Até o 4º termo aditivo contratual.

⁴Até a 12ª medição.

Note-se da Tabela 6.1 que é previsto um quantitativo total de 2.749.022,84 m³.km para o serviço de momento de transporte no contrato, sendo que até a 12ª medição já havia sido medido um total de 596.082,96 m³.km. Em termos financeiros, tem-se a previsão contratual de R\$ 4.396.504,99 para o serviço, sendo que até a 12ª medição já havia sido medido e pago um montante de R\$ 953.313,90, o que representa 21,7% do total.

Repare-se, ainda, da Tabela 6.1, que dessas 12 ocorrências do serviço em que houve medição, nove delas estão relacionadas ao descarte de materiais inservíveis para a obra e três à importação de materiais. Ademais, apresenta-se na Tabela 6.2 a dispersão dos quantitativos medidos até a 12ª medição nessas 12 ocorrências do serviço.



Tabela 6.2 - Quantitativo medido do item de serviço de momento de transporte por medição.

Item ¹	Finalidade do momento de transporte	Quantidade Medida (m ³ .km)					
		2ª M	3ª M	4ª M	5ª M	6ª M	7ª M
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS						
4.1.3	<u>Descarte</u> de material proveniente da limpeza de camada vegetal	12.453,81	5.780,54	7.668,94	777,31	0,00	7.389,60
4.2.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>retirada de árvores</u>	391,32	98,96	163,85	0,00	0,00	0,00
4.5.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>demolição de pavimento</u>	0,00	71,63	82,57	487,82	0,00	0,00
4.6.3	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>demolição de meios-fios</u>	23,38	24,01	29,06	66,48	72,03	108,04
4.7.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>demolição de concreto (passeio e abrigos)</u>	114,91	98,28	84,55	192,30	0,00	999,77
5	TERRAPLANAGEM						
5.1.2	<u>Descarte</u> de material proveniente das <u>escavações e cortes</u>	12.726,66	9.458,53	18.688,32	4.727,40	0,00	0,00
6	OBRAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS						
6.1.8	<u>Descarte</u> de material proveniente das <u>escavações e cortes</u>	2.551,39	7.297,31	11.595,96	4.196,38	783,45	117,52
7	DESVIO PROVISÓRIO DO TRÂNSITO						
7.1.5	<u>Importação</u> de material para camada de <u>sub-base</u> do pavimento	19.753,66	21.107,65	0,00	0,00	21.377,44	0,00
7.1.9	<u>Importação</u> de material para camada de <u>base</u> do pavimento	16.732,51	17.879,42	0,00	0,00	18.107,95	0,00
7.1.12	<u>Importação</u> de material para camada de <u>revestimento</u> do pavimento	0,00	1.375,16	0,00	0,00	725,51	0,00
9	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS						
9.1.1.1	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>escavação das estacas</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1.438,60
9.1.1.7	<u>Descarte</u> de material proveniente do <u>arrasamento das estacas</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Item ¹	Finalidade do momento de transporte	Quantidade Medida (m ³ .km)					
		8ª M	9ª M	10ª M	11ª M	12ª M	Acumulado
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS						
4.1.3	<u>Descarte</u> de material proveniente da limpeza de camada vegetal	2.244,00	7.588,96	0,00	46.720,49	0,00	90.623,66
4.2.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>retirada de árvores</u>	0,00	0,00	38,94	615,65	0,00	1.308,71
4.5.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>demolição de pavimento</u>	0,00	5.828,75	0,00	6.277,31	2.548,99	15.297,06
4.6.3	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>demolição de meios-fios</u>	87,19	254,57	0,00	233,63	0,00	898,38



Item ¹	Finalidade do momento de transporte	Quantidade Medida (m ³ .km)					
		8ª M	9ª M	10ª M	11ª M	12ª M	Acumulado
4.7.4	Descarte de material proveniente da <u>demolição de concreto</u> (passeio e abrigos)	0,00	0,00	0,00	219,11	0,00	1.708,93
5	TERRAPLANAGEM						
5.1.2	Descarte de material proveniente das <u>escavações e cortes</u>	0,00	112.190,54	0,00	28,73	174.224,83	332.045,01
6	OBRAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS						
6.1.8	Descarte de material proveniente das <u>escavações e cortes</u>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26.542,01
7	DESVIO PROVISÓRIO DO TRÂNSITO						
7.1.5	<u>Importação</u> de material para camada de <u>sub-base</u> do pavimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62.238,76
7.1.9	<u>Importação</u> de material para camada de <u>base</u> do pavimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52.719,89
7.1.12	<u>Importação</u> de material para camada de revestimento do pavimento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2.100,67
9	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS						
9.1.1.1	Descarte de material proveniente da <u>escavação das estacas</u>	8.863,82	0,00	0,00	0,00	0,00	10.302,41
9.1.1.7	Descarte de material proveniente do <u>arrasamento das estacas</u>	0,00	199,50	97,98	0,00	0,00	297,48

¹Numeração do orçamento base. Após as alterações contratuais, essa numeração passou a ser acrescida de 1 (uma) unidade.

Pela própria definição do serviço de momento de transporte, para que se possa avaliar a adequação do quantitativo medido desse serviço, tem-se que avaliar tanto a DMT considerada na medição, quanto o volume do material transportado.

Em relação aos volumes dos materiais transportados, dado que muitas vezes a apropriação do quantitativo depende da avaliação de outros serviços correlatos, como, por exemplo, terraplanagem (escavações, cortes e aterros), e pavimentação (camadas de sub-base, base e revestimento), cada qual com suas especificidades e critérios de medição, limitou-se essa análise, por uma questão de tempo e de materialidade, ao volume mais representativo[6.2] (descarte de material de terraplanagem, item 5.1.2).

Assim, por se tratar de avaliações distintas, optou-se por segregá-las em dois momentos: um primeiro, abordando apenas as DMTs; e um segundo, abordando os volumes dos materiais transportados.

Irregularidade nas DMTs consideradas para descarte de material

Em relação às DMTs, identificou-se irregularidade apenas nas distâncias consideradas para a medição do serviço para descarte de material. Essa irregularidade é

decorrente da não compatibilidade entre as distâncias adotadas nas medições e as efetivamente percorridas nesse transporte, majorando-se indevidamente os quantitativos do serviço de momento de transporte medidos.

Inicialmente, esclarece-se que, apesar de o orçamento base ter previsto a URE /SLU como o único local de descarte para os materiais inservíveis para a obra, detectou-se que durante a execução contratual esses materiais foram destinados a diferentes locais, cada qual com uma DMT associada distinta. Sublinhe-se que, doravante, esses locais serão referenciados como sendo “bota-foras”, em que pese, muitas vezes esses locais de destino não sejam um local de descarte propriamente dito, pois o material inservível para a obra por vezes tem utilidade para outros fins, a exemplo do solo de escavação.

Para ilustrar essa variedade de locais, resume-se na Tabela 6.3 as localidades consideradas para descarte de material, bem como as DMTs associadas, por medição e de acordo com cada tipo de material, conforme informações constantes das memórias de cálculo.

Tabela 6.3 - Locais de descarte dos materiais inservíveis e DMTs associadas, por medição.

Item ¹	Finalidade do momento de transporte	2ª Medição (01/09/21 a 25/09/21)		3ª Medição (26/09/21 a 25/10/21)		4ª Medição (26/10/21 a 05/12/21)	
		Bota-fora	DMT (km)	Bota-fora	DMT (km)	Bota-fora	DMT (km)
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS						
4.1.3	<u>Descarte</u> de material proveniente da limpeza de camada vegetal	Zoológico	10,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
		Núcleo Bandeirante	12,00				
4.2.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da retirada de árvores	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
4.5.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da demolição de pavimento	-	-	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
4.6.3	<u>Descarte</u> de material proveniente da demolição de meios-fios	NOVACAP	4,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
4.7.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da demolição de concreto (passeio e abrigos)	NOVACAP	4,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
5	TERRAPLANAGEM						
5.1.2	<u>Descarte</u> de material proveniente das escavações e cortes	NOVACAP	4,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
6	OBRAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS						
6.1.8	<u>Descarte</u> de material proveniente das escavações e cortes	NOVACAP	4,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00



Item ¹	Finalidade do momento de transporte	5ª Medição (06/12/21 a 31/12/21)		6ª Medição (01/01/22 a 31/01/22)		7ª Medição (01/02/22 a 10/03/22)	
		Bota-fora	DMT (km)	Bota-fora	DMT (km)	Bota-fora	DMT (km)
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS						
4.1.3	Descarte de material proveniente da limpeza de camada vegetal	Núcleo Bandeirante	12,00	-	-	Núcleo Bandeirante	12,00
4.5.4	Descarte de material proveniente da demolição de pavimento	Núcleo Bandeirante	12,00	-	-	-	-
4.6.3	Descarte de material proveniente da demolição de meios-fios	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
4.7.4	Descarte de material proveniente da demolição de concreto (passeio e abrigos)	Núcleo Bandeirante	12,00	-	-	Núcleo Bandeirante	12,00
5	TERRAPLANAGEM						
5.1.2	Descarte de material proveniente das escavações e cortes	Núcleo Bandeirante	12,00	-	-	-	-
6	OBRAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS						
6.1.8	Descarte de material proveniente das escavações e cortes	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00	Núcleo Bandeirante	12,00
9	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS						
9.1.1.1	Descarte de material proveniente da escavação das estacas	-	-	-	-	Núcleo Bandeirante	12,00

Item ¹	Finalidade do momento de transporte	8ª Medição (11/03/22 a 25/03/22)		9ª Medição (26/03/22 a 25/04/22)		10ª Medição (26/04/22 a 31/05/22)	
		Bota-fora	DMT (km)	Bota-fora	DMT (km)	Bota-fora	DMT (km)
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS						
4.1.3	Descarte de material proveniente da limpeza de camada vegetal	Núcleo Bandeirante	12,00	NOVACAP	7,10	-	-
4.2.4	Descarte de material proveniente da retirada de árvores	-	-	-	-	N/1 ²	6,00
4.5.4	Descarte de material proveniente da demolição de pavimento	-	-	NOVACAP	7,10	-	-
4.6.3	Descarte de material proveniente da demolição de meios-fios	Núcleo Bandeirante	12,00	NOVACAP	7,10	-	-
5	TERRAPLANAGEM						
5.1.2	Descarte de material proveniente das escavações e cortes	-	-	NOVACAP	7,10	-	-
				SEAGRI /DF	13,00		
9	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS						
9.1.1.1	Descarte de material proveniente da escavação das estacas	Núcleo Bandeirante	12,00	-	-	-	-
9.1.1.7	Descarte de material proveniente do arrasamento das estacas	-	-	NOVACAP	7,10	N/1 ²	6,00



Item ¹	Finalidade do momento de transporte	11ª Medição (01/06/22 a 01/07/22)		12ª Medição (02/07/22 a 31/07/22)	
		Bota-fora	DMT (km)	Bota-fora	DMT (km)
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS				
4.1.3	<u>Descarte</u> de material proveniente da limpeza de <u>camada vegetal</u>	URE/SLU	13,00	-	-
		NOVACAP	7,10		
4.2.4	Descarte de material proveniente da retirada de árvores	URE/SLU	13,00	-	-
4.5.4	<u>Descarte</u> de material proveniente da <u>demolição de pavimento</u>	NOVACAP	7,10	URE /SLU	13,00
		URE/SLU	13,00		
4.6.3	Descarte de material proveniente da <u>demolição de meios-fios</u>	NOVACAP	7,10	-	-
4.7.4	Descarte de material proveniente da <u>demolição de concreto</u> (passeio e abrigos)	NOVACAP	7,10	-	-
5	TERRAPLANAGEM				
5.1.2	<u>Descarte</u> de material proveniente das <u>escavações e cortes</u>	URE/SLU	13,00	URE /SLU	13,00

¹ Numeração do orçamento base. Após as alterações contratuais, essa numeração passou a ser acrescida de 1 (uma) unidade.

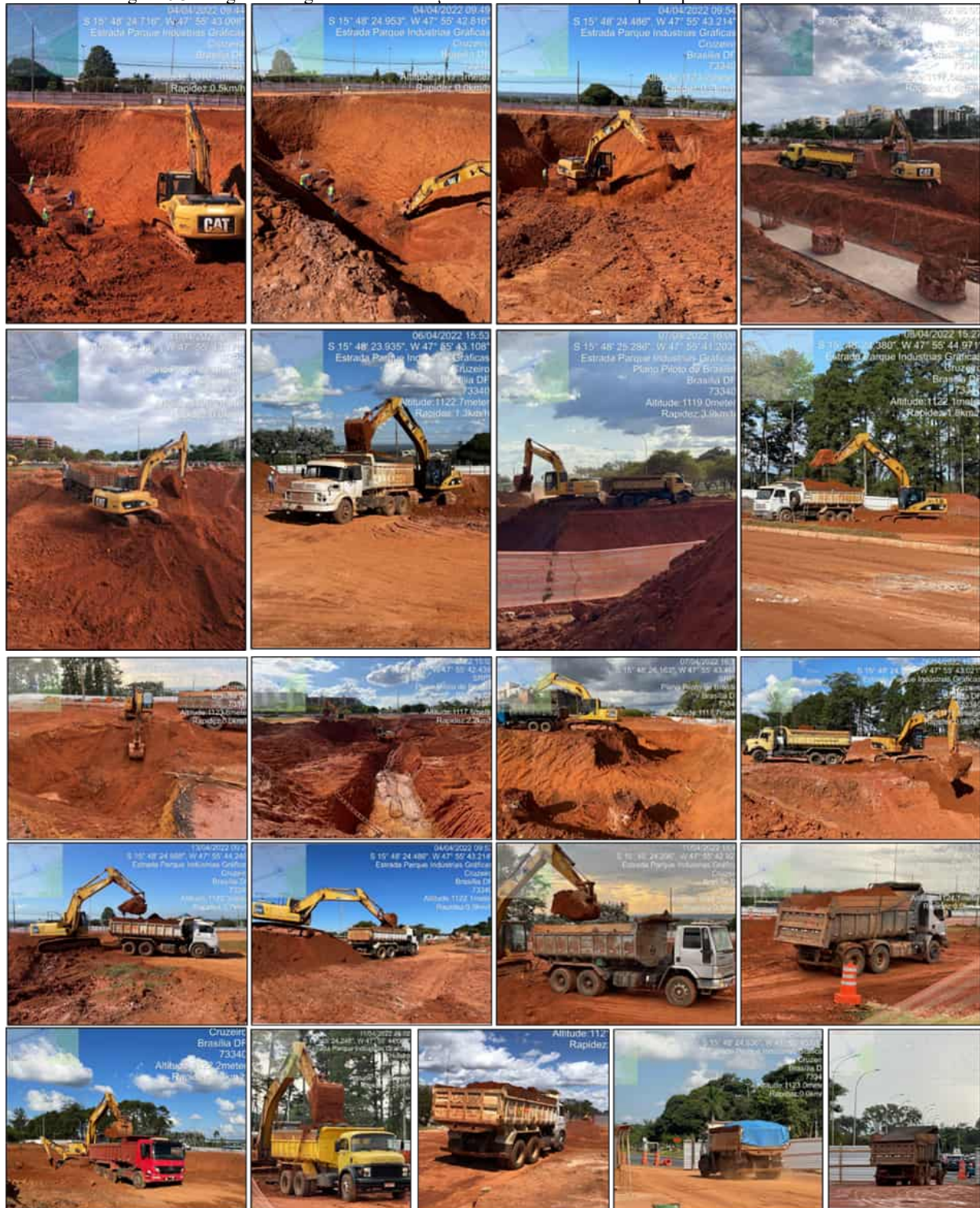
² Não identificado.

Observa-se, portanto, que nas medições contratuais foram considerados distintos locais para bota-foras de materiais inservíveis para a obra: Jardim Zoológico de Brasília, a uma DMT de 10,0 km; Núcleo Bandeirante, a uma DMT de 12,0 km; NOVACAP, com duas DMTs distintas, uma de 4,0 km e outra de 7,1 km; Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento e Desenvolvimento Rural do Distrito Federal – SEAGRI/DF, a uma DMT de 13,0 km; e URE /SLU, a uma DMT de 13,0 km. Ainda, no âmbito da 10ª medição, considerou-se um local de descarte a 6,0 km da obra, mas que, pelas informações constantes dos autos, não foi possível identificar a sua localização.

As observações de campo da equipe de auditoria iniciaram-se no começo do mês de abril de 2022, coincidente com o período referente à 9ª medição – de 26/3 a 25/4/22. Como o serviço de momento de transporte foi selecionado na amostra inicial da auditoria (Tabela 1 da Introdução), por ser o item 3 da Curva ABC, buscou-se avaliar tanto os registros documentais constantes das medições quanto a própria execução do serviço no canteiro de obras.

Durante esse mês, acompanhou-se *in loco* a execução do serviço de momento de transporte e foi possível identificar que, majoritariamente, o material de descarte (solo de escavação – material de 1ª categoria) era oriundo da terraplanagem para implantação das OAE (Figura 6.3). Note-se da Tabela 6.2 que o maior quantitativo do serviço na 9ª medição é o constante do item 5.1.2, que está associado ao descarte de material oriundo de escavações e cortes de terraplanagem.

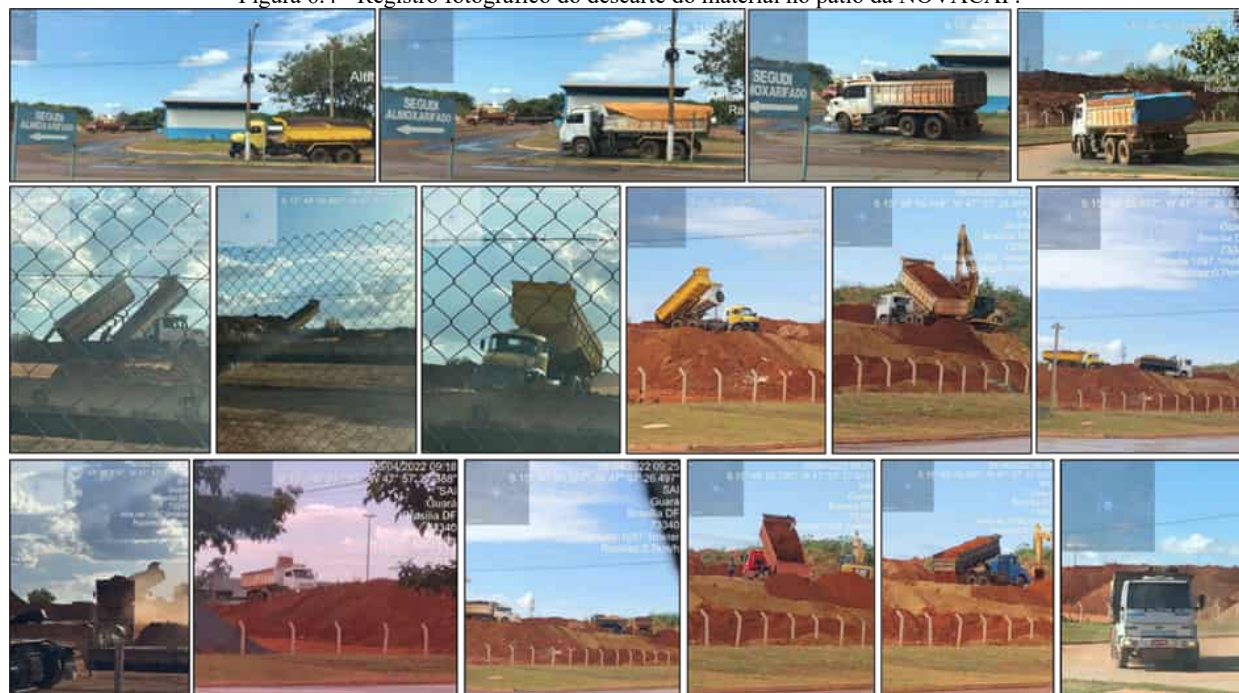
Figura 6.3 - Registro fotográfico da escavação e do momento de transporte para descarte do material.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

A mais disso, a partir desse acompanhamento, verificou-se que a destinação dos materiais inservíveis para a obra estava sendo o pátio da NOVACAP (Figura 6.4).

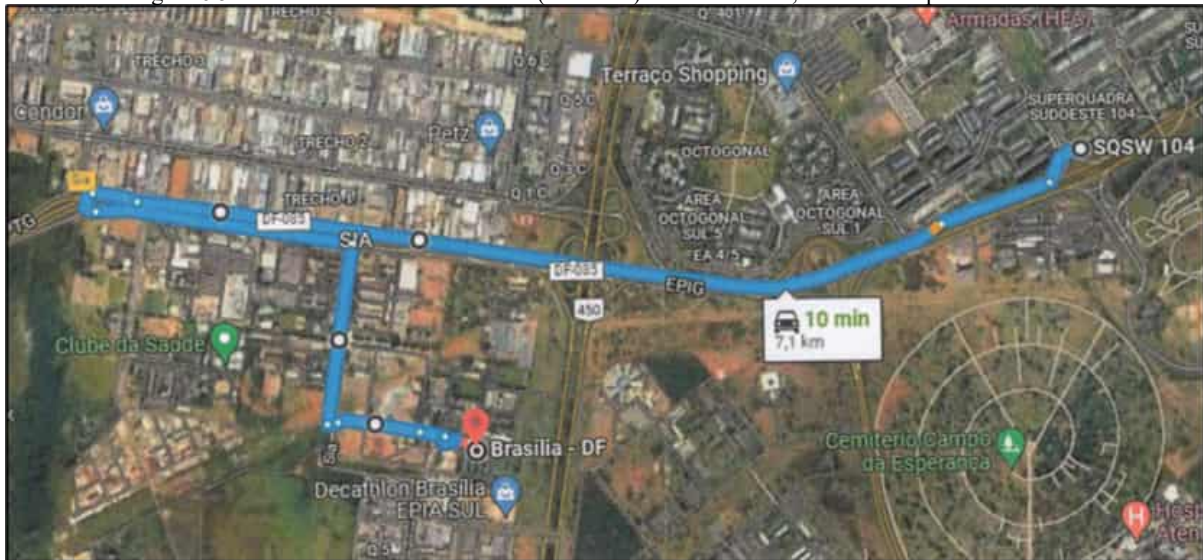
Figura 6.4 - Registro fotográfico do descarte do material no pátio da NOVACAP.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

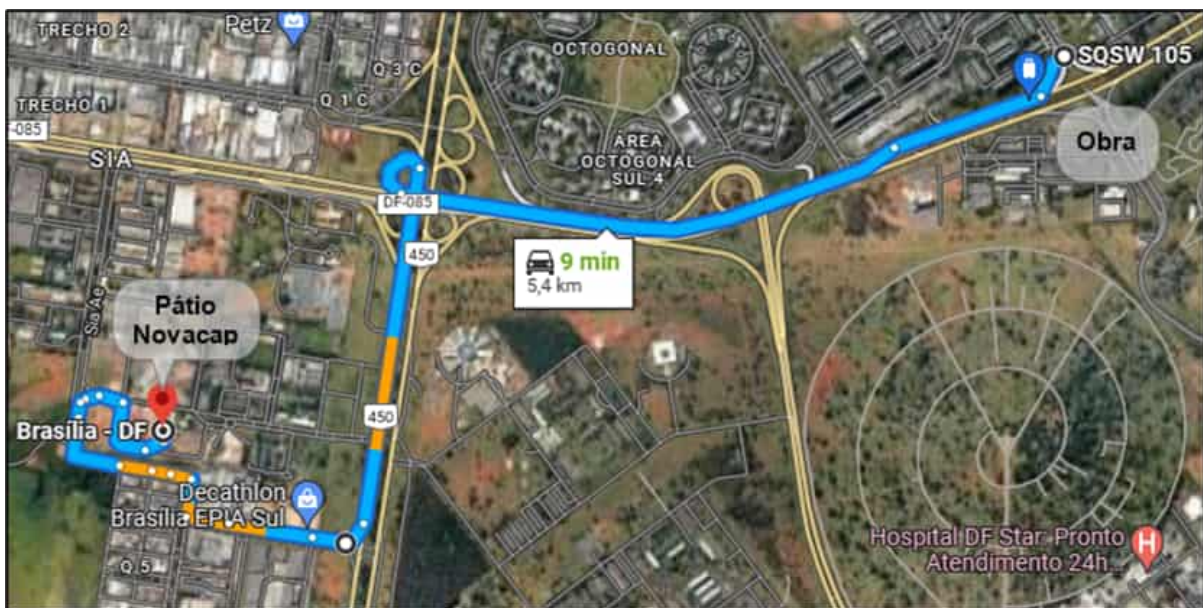
Como indicado na Tabela 6.3, de fato, o executante consignou na 9ª medição o pátio da NOVACAP como sendo o local de destinação de todos os materiais inservíveis. Todavia, identificou-se que o mapa acostado aos autos da referida medição para respaldar a DMT adotada, de 7,1 km (Figura 6.5a), não correspondia ao trajeto de menor distância entre a obra e o pátio da NOVACAP, passível de ser realizado pelos caminhões basculantes (Figura 6.5b), de 5,4 km, tampouco correspondia ao trajeto efetivamente realizado pelos caminhões, conforme acompanhamento do percurso do caminhão realizado pela equipe de auditoria no mês de abril (Figura 6.6).

Figura 6.5 - Local de descarte de material (bota-fora) na NOVACAP, com a correspondente DMT.



(a) Considerado para medição do serviço.

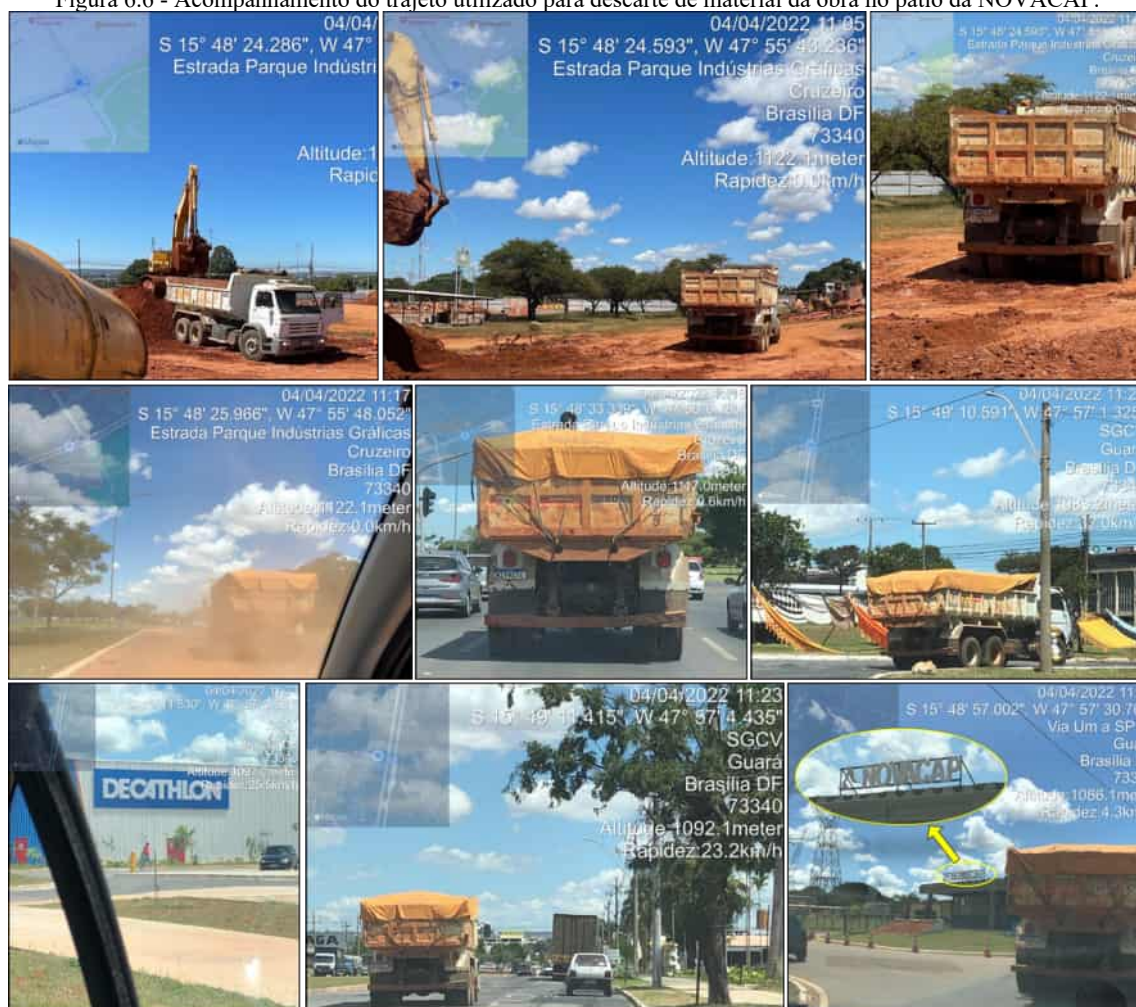
Fonte: Mapa acostado à 9ª medição (SEI nº 85583141, p. 4).



(b) Apurado pela equipe de auditoria.

Fonte: Google Maps, imagem de 9/2022.

Figura 6.6 - Acompanhamento do trajeto utilizado para descarte de material da obra no pátio da NOVACAP.



Fonte: Equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Note-se do registro fotográfico feito pela equipe de auditoria no dia 4/4/2022 (Figura 6.6), que o trajeto realizado pelo caminhão segue exatamente o trajeto indicado na Figura 6.5b, isto é, por meio das vias DF-011 (EPIG) e BR-450/DF-003 (EPIA). Repare-se, inclusive, que é possível visualizar à direita do trajeto a loja “*DECATHLON*”, referenciada na Figura 6.5b por “*Decathlon Brasília EPIA Sul*”.

Assim, tem-se a comprovação de que a DMT indicada pelo executante, além de ser superior à mínima necessária, é superior à efetivamente percorrida para descarte do material, atentando contra o princípio da economicidade.

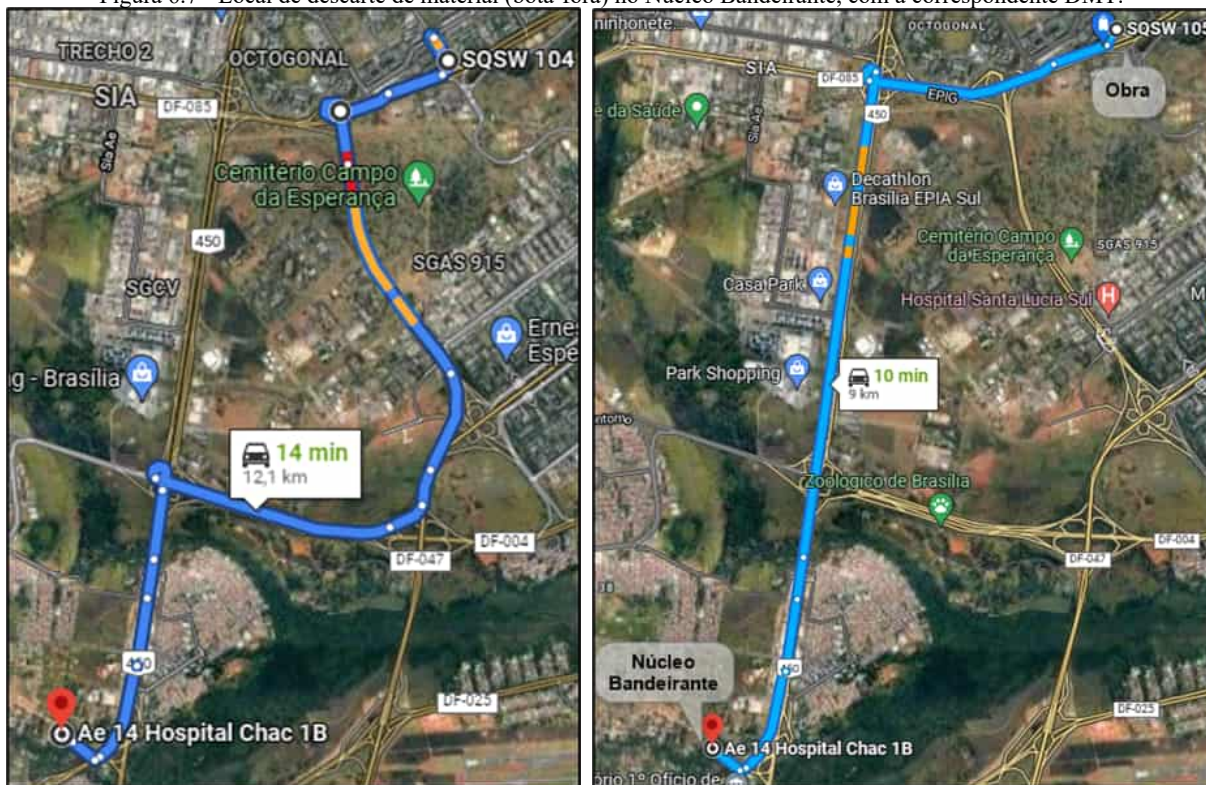
A identificação de tal conduta por parte do executante motivou a conferência das demais DMTs alegadas nas medições anteriores para descarte de material. Nesse sentido, verificou-se que em quase todos os casos a DMT adotada na memória de cálculo dos serviços foi

superior à obtida para o menor percurso passível de ser realizado, entre a obra e o bota-fora, conforme simulação de trajeto realizada por meio do *Google Maps*.

Essa comparação entre os trajetos indicados nas medições e os obtidos pela equipe de auditoria serão apresentados na sequência.

Iniciando-se pelo bota-fora referenciado como sendo “Núcleo Bandeirante”[6.3] – que foi considerado como o local de descarte de parte do material proveniente da limpeza de camada vegetal e do total da retirada de árvores da 2ª medição, bem como o único local de descarte dos demais materiais inservíveis para a obra da 3ª até a 8ª medição (Tabela 6.3) –, na apuração dos quantitativos medidos, a DMT considerada foi de 12,0 km (Figura 6.7a). Porém, ao simular o menor trajeto passível de ser percorrido, obtém-se uma DMT de 9,0 km (trajeto pelas vias DF-011 (EPIG) e BR-450/DF-003 (EPIA) – Figura 6.7b).

Figura 6.7 - Local de descarte de material (bota-fora) no Núcleo Bandeirante, com a correspondente DMT.



(a) Considerado para medição do serviço.

(b) Apurado pela equipe de auditoria.

Fonte: (a) Mapa acostado à 3ª medição (SEI nº 73356122, p. 23), à 4ª medição (SEI nº 75567787), à 5ª medição (SEI nº 77582679, p. 11), à 6ª medição (SEI nº 79461329, p. 13) e à 7ª medição (SEI nº 81780625, p. 1); (b) *Google Maps*, imagem de 9/2022.

Por sua vez, para o local de descarte “SEAGRI/DF”[6.4], embora não conste dos autos da 9ª medição o mapa indicativo desse local para comprovar a distância utilizada (13,0 km), localizou-se nos autos do Processo SEI nº 00070-00003798/2022-12 um mapa indicando o trajeto a partir da SEAGRI/DF até a obra (Figura 6.8a), com uma DMT associada de 13,4 km. De toda forma, sublinhe-se que a DMT indicada na Figura 6.8a não corresponde à DMT no descarte do material, vez que considera a origem do trajeto como sendo a SEAGRI/DF e o destino como sendo a obra, e não o inverso.

Ademais, ao simular por meio do *Google Maps* o menor trajeto passível de ser realizado para o descarte de material a partir da obra até a SEAGRI/DF, obtém-se uma DMT de 11,5 km (trajeto pelas vias DF-011 (EPIG) e BR-450/DF-003 (EPIA) – Figura 6.8b), também inferior à considerada na medição.

Figura 6.8 - Local de descarte de material (bota-fora) na SEAGRI/DF, com a correspondente DMT.



Fonte: (a) Mapa acostado ao Processo SEI nº 00070-00003798/2022-12 (SEI nº 84743527); (b) *Google Maps*, imagem de 9/2022.

Tendo em vista essas divergências entre as DMTs consideradas nas medições dos serviços, procedeu-se à identificação do volume de material destinado ao descarte para cada incidência do serviço de momento de transporte, e apurou-se a diferença em termos quantitativos e financeiros do serviço ao ajustar **apenas as DMTs** consideradas (Tabela 6.4).

Tabela 6.4 - Diferença apurada para o serviço de momento de transporte apenas decorrente do ajuste da DMT.

Item ¹	Finalidade do momento de transporte	Acumulado				
		Volume (m ³)	Momento de Transporte (m ³ .km)			Diferença ² (R\$)
			Medição	Apurado	Diferença	
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS					
4.1.3	Descarte de material proveniente da limpeza de camada vegetal	8.675,52	90.623,66	78.460,43	-12.163,23	-19.452,62
4.2.4	Descarte de material proveniente da retirada de árvores	108,36	1.308,72	1.141,29	-167,43	-267,76
4.5.4	Descarte de material proveniente da demolição de pavimento	2.236,41	15.297,06	13.361,84	-1.935,22	-3.094,99
4.6.3	Descarte de material proveniente da demolição de meios-fios	106,84	898,38	692,97	-205,41	-328,51
4.7.4	Descarte de material proveniente da demolição de concreto (passeio e abrigos)	174,16	1.708,93	1.352,96	-355,97	-569,30
5	TERRAPLANAGEM					
5.1.2	Descarte de material proveniente das escavações e cortes	35.588,81	332.045,00	298.063,48	-33.981,53	-54.346,56
6	OBRAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS					
6.1.8	Descarte de material proveniente das escavações e cortes	2.744,34	26.542,01	21.823,54	-4.718,47	-7.546,24
9	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS					
9.1.1.1	Descarte de material proveniente da escavação das estacas	858,53	10.302,41	7.726,81	-2.575,60	-4.119,16
9.1.1.7	Descarte de material proveniente do arrasamento das estacas	44,43	297,48	239,91	-57,57	-92,06
	Total	50.537,39	479.023,64	422.863,22	-56.160,42	-89.817,22

¹ Numeração do orçamento base. Após as alterações contratuais, essa numeração passou a ser acrescida de 1 (uma) unidade.

² Considerando o preço unitário contratado após o reequilíbrio de preço (de R\$ 1,60, com o BDI de 20,34%).

Esclarece-se que, quando da apuração da diferença no quantitativo do serviço de momento de transporte, considerou-se que a DMT da obra até o pátio da NOVACAP é 5,4 km, conforme demonstrado na Figura 6.5b, inclusive para os casos em que foi considerada na memória de cálculo a DMT de 4 km (2ª medição), fazendo com que, neste caso, fosse computada uma parcela de quantitativo a favor do executante.

Ademais, atente-se que essa diferença entre os quantitativos medidos e os apurados pela equipe de auditoria para o serviço de momento de transporte indicada na Tabela 6.4 não considera qualquer ajuste no volume dos materiais transportados, refletindo apenas a diferença decorrente do ajuste nas DMTs de cada caso.

Por fim, consta da Tabela 6.5 o detalhamento da DMT e do volume de material destinado ao bota-fora medidos, bem como os apurados pela equipe de auditoria, discriminados por medição executada e por cada finalidade do momento de transporte previsto no orçamento base.

Tabela 6.5 - Detalhamento, por medição, da diferença apurada para o serviço de momento de transporte apenas decorrente do ajuste da DMT.

Item ¹	2ª Medição (01/09/21 a 25/09/21)						3ª Medição (26/09/21 a 25/10/21)				4ª Medição (26/10/21 a 05/12/21)					
	Vol. (m³)	DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)	DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)	DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		
		Medição	Apurada	Medição	Apurado		Medição	Apurada	Medição	Apurado		Medição	Apurada	Medição	Apurado	
4																
4.1.3	777,10	10,00	10,00	7.771,02	7.771,02	481,71	12,00	9,00	5.780,54	4.335,41	639,08	12,00	9,00	7.668,94	5.751,70	
	390,23	12,00	9,00	4.682,78	3.512,09											
4.2.4	32,61	12,00	9,00	391,32	293,49	8,25	12,00	9,00	98,96	74,22	13,65	12,00	9,00	163,85	122,89	
4.5.4	-	-	-	-	-	5,97	12,00	9,00	71,63	53,72	6,88	12,00	9,00	82,57	61,92	
4.6.3	5,84	4,00	5,40	23,38	31,56	2,00	12,00	9,00	24,01	18,01	2,42	12,00	9,00	29,06	21,80	
4.7.4	28,73	4,00	5,40	114,91	155,13	8,19	12,00	9,00	98,28	73,71	7,05	12,00	9,00	84,55	63,41	
5																
5.1.2	3.349,12	3,80	5,20	12.726,66	17.415,42	801,57	11,80	8,80	9.458,53	7.053,82	1.557,36	12,00	8,80	18.688,32	13.704,77	
6																
6.1.8	637,85	4,00	5,40	2.551,39	3.444,38	710,08	12,00	9,00	8.520,99	6.390,74	810,72	12,00	9,00	9.728,62	7.296,47	
						-305,92	4,00	5,40	-1.223,68	-1.651,96	466,83	4,00	5,40	1.867,33	2.520,90	
9																
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Item ¹	5ª Medição (06/12/21 a 31/12/21)						6ª Medição (01/01/22 a 31/01/22)				7ª Medição (01/02/22 a 10/03/22)					
	Vol. (m³)	DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)	DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)	DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		
		Medição	Apurada	Medição	Apurado		Medição	Apurada	Medição	Apurado		Medição	Apurada	Medição	Apurado	
4																
4.1.3	64,78	12,00	9,00	777,31	582,98	-	-	-	-	-	615,80	12,00	9,00	7.389,60	5.542,20	
4.2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5.4	40,65	12,00	9,00	487,82	365,87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.6.3	5,54	12,00	9,00	66,48	49,86	6,00	12,00	9,00	72,03	54,02	9,00	12,00	9,00	108,04	81,03	
4.7.4	16,03	12,00	9,00	192,30	144,23	-	-	-	-	-	83,31	12,00	9,00	999,77	749,83	
5																
5.1.2	393,95	12,00	8,80	4.727,40	3.466,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6																
6.1.8	349,70	12,00	9,00	4.196,38	3.147,29	65,29	12,00	9,00	783,45	587,59	9,79	12,00	9,00	117,52	88,14	
9																
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119,88	12,00	9,00	1.438,60	1.078,95	
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Item ¹	8ª Medição (11/03/22 a 25/03/22)						9ª Medição (26/03/22 a 25/04/22)						10ª Medição (26/04/22 a 31/05/22)					
	Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada
4																		
4.1.3	187,00	12,00	9,00	2.244,00	1.683,00	1.068,87	7,10	5,40	7.588,96	5.771,89	-	-	-	-	-	-	-	-
4.2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,49	6,00	5,40	38,94	35,04	-	-	-
4.5.4	-	-	-	-	-	820,95	7,10	5,40	5.828,75	4.433,13	-	-	-	-	-	-	-	-
4.6.3	7,27	12,00	9,00	87,19	65,39	35,85	7,10	5,40	254,57	193,62	-	-	-	-	-	-	-	-
4.7.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5																		
5.1.2	-	-	-	-	-	15.882,69	6,90	5,20	109.590,54	82.589,97	-	-	-	-	-	-	-	-
						200,00	13,00	11,30	2.600,00	2.260,00								
6																		
6.1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9																		
9.1.1.1	738,65	12,00	9,00	8.863,82	6.647,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	-	-	-	-	-	28,10	7,10	5,40	199,50	151,73	16,33	6,00	5,40	97,98	88,18	-	-	-

Item ¹	11ª Medição (01/06/22 a 01/07/22)						12ª Medição (02/07/22 a 31/07/22)					
	Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurada
4												
4.1.3	2.562,50	13,00	13,00	33.312,53	33.312,53	-	-	-	-	-	-	-
	1.888,44	7,10	5,40	13.407,96	10.197,60							
4.2.4	47,36	13,00	13,00	615,65	615,65	-	-	-	-	-	-	-
	223,00	7,10	5,40	1.583,30	1.204,20							
4.5.4	356,41	13,00	13,00	4.633,33	4.633,33	191,65	13,00	13,00	2.491,49	2.491,49		
	303,41	0,20	0,20	60,68	60,68	287,48	0,20	0,20	57,50	57,50		
4.6.3	32,91	7,10	5,40	233,63	177,69	-	-	-	-	-	-	-
4.7.4	30,86	7,10	5,40	219,11	166,65	-	-	-	-	-	-	-
5												
5.1.2	2,21	13,00	12,80	28,73	28,29	13.401,91	13,00	12,80	174.224,83	171.544,45		
6												
6.1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9												
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Numeração do orçamento base. Após as alterações contratuais, essa numeração passou a ser acrescida de 1 (uma) unidade.

Passa-se agora à análise do volume mais significativo de material transportado, qual seja, de descarte de material inservível para a obra oriundo da terraplenagem para implantação dos trechos viários e das OAE.

Irregularidade no volume de material considerado para descarte oriundo da terraplenagem

Em relação ao volume do material transportado no item 5.1.2 (Tabela 6.2), esclarece-se que ele é resultante do excedente do material oriundo da terraplenagem tanto para implantação dos eixos viários, quanto para implantação das OAE. Refere-se a excedente de material, pois parte do material escavado é reutilizado para seções de aterro, ou seja, o volume de material excedente a ser descartado é dado pela diferença entre os volumes de corte e de aterro.

Em termos de planilha orçamentária, o quantitativo excedente de material é obtido pela diferença entre o volume de corte, remunerado pelo item de serviço “*ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1ª CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M*”, código 74154/1 modificado da tabela SINAPI (item 13 da Curva ABC), e o volume de aterro, remunerado pelo item de serviço de



compactação de aterro a 100% do Proctor Normal ou a 100% do Proctor Intermediário (códigos 5502978M e 5503041M, modificados da tabela SICRO).

Note-se que a composição de serviço de escavação e carga do material também inclui o transporte para uma DMT de 50 a 200 m, assim, caso a DMT para o descarte do material seja superior a 200 m, na apuração dos quantitativos do serviço de momento de transporte, deve-se considerar a DMT entre a obra e o bota-fora, descontada de 0,2 km.

A avaliação dos quantitativos medidos do serviço de terraplenagem baseou-se nas notas de serviços de terraplenagem acostadas nas medições e nas correspondentes memórias de cálculo (documentos intitulados “Dados de Terraplenagem”).

Em resumo, foram identificadas algumas impropriedades na apuração dos quantitativos dos serviços de escavação e de momento de transporte, quando do descarte do material excedente. Essas impropriedades foram decorrentes de erros pontuais no cálculo de áreas e volumes de corte e aterro, de não ter sido considerado o volume de material excedente de um determinado trecho de terraplenagem para o aterro de outro, bem como de medição a maior de serviços decorrentes de sobreposição de notas de serviço de terraplenagem de trechos executados em diferentes medições.

A fim de uma melhor compreensão, serão apresentadas na sequência essas impropriedades de forma segmentada.

Erros pontuais no cálculo de áreas e volumes

Identificaram-se erros pontuais nas memórias de cálculo dos serviços de terraplenagem dos seguintes trechos, por medição:

- 2ª medição: “01.1 - Eixo 5 - Prov”, “02.1 - Eixo 7 - Prov” e “03.1 - Eixo 9 - Prov” (SEI nº 71729456, p. 3, 5 e 7);
- 3ª medição: “02.2 - Alça Ligação Eixo 5 e 7” (SEI nº 73355997, p. 40);
- 4ª medição: “04 - Desvio 2” e “04.1 - Acesso Parque” (SEI nº 75682533, p. 77 /78); e
- 5ª medição: “06 - Desvio 2 - Alternativo” (SEI nº 77582636, p. 14).

Esclarece-se que foram identificados erros que resultaram tanto na majoração indevida de alguns serviços como também na minoração indevida, indicando uma medição a menor dos serviços, assim, ambos os casos foram considerados quando do recálculo dos volumes de corte e de aterro pela equipe de auditoria.

A título de exemplificação, será apresentado apenas um dos casos, referente ao trecho de terraplenagem “02.1 - Eixo 7- Prov”, medido na 2ª medição. O detalhamento dos demais casos será apresentado apenas no Anexo VII.

Em relação ao trecho “02.1 - Eixo 7- Prov”, identificaram-se erros tanto no somatório de áreas de corte (coluna 12 do documento “Dados de Terraplenagem” – Figura 6.9a), quanto nos valores da semi-distância entre duas estacas (coluna 11), que resultaram na majoração do volume de corte de material (coluna 16) e, conseqüentemente, no momento de transporte associado ao descarte desse material excedente.

Na Figura 6.9a apresentam-se os dados originais que constaram da memória de cálculo da medição 2ª medição, e na Figura 6.9b os recalculados pela equipe de auditoria. As células com destaque em vermelho indicam os locais de divergência de valores.

Figura 6.9 - Quantitativos de terraplenagem referentes ao “02.1 - Eixo 7 - Prov”, executado na 2ª medição.

DADOS DE TERRAPLENAGEM											Contrato nº	Medição:
											020/2021 - SODF	2ª Medição
Executor	Descrição do Trecho										Trecho	
CONSÓR	EIXO 7 - PROV										02.1	
Largura do Projeção-Base = 0,170 m		Largura de Terraplenagem = 11,500 m		$\text{Larg. Terraplenagem} = \text{Larg. Pavimento} + 0,8m + 3 \times (\text{Esp. Base} + \text{Esp. Sub. Base}) + 0,2m$								
1	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MÉDIA ARITMÉTICA DOS BORDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MÉDIA ARITMÉTICA DOS BORDOS (COLUNAS 3, 6, 7)	CONFORME FÓRMULA DEMONSTRADA ACIMA	IGUAL ESTACA ATUAL - ANTERIOR 7	MÉDIA DO CORTE VEZES LARGURA (COLUNA 8 X 9)	MÉDIA DO ATERRO VEZES LARGURA (COLUNA 9 X 10)	ÁREA DO CORTE (COLUNA 12 ACUMULADA)	ÁREA DO ATERRO (COLUNA 13 ACUMULADA)	SEMI-DISTÂNCIA VEZES S. ÁR. CORTE (COLUNA 11 X 14)	SEMI-DISTÂNCIA VEZES SOMA DA ÁREA DO CORTE (COLUNA 11 X 16)		
ESTACAS	MÉDIA CORT.	MÉDIA ATER.	LARGURA (M)	SEMI-DIST.	ÁREA CORTE	ÁREA ATER.	S. ÁR. CORT.	S. ÁR. ATER.	V. PAR. CORT.	V. PAR. ATER.		
1 + 40,00	1,241	0,000	11,500	0,000	14,270	0,000	14,270	0,000	0,000	0,000		
1 + 60,00	0,886	0,000	11,500	0,000	10,190	0,000	10,190	0,000	0,000	0,000		
1 + 80,00	0,665	0,000	11,500	20,000	7,850	0,000	32,110	0,000	642,200	0,000		
2 + 00,00	0,633	0,000	11,500	10,000	7,280	0,000	14,930	0,000	149,300	0,000		
2 + 20,00	0,824	0,000	11,500	10,000	9,480	0,000	16,760	0,000	167,600	0,000		
2 + 22,50	0,752	0,000	11,500	1,250	8,850	0,000	18,130	0,000	22,660	0,000		
2 + 40,00	0,729	0,000	11,500	8,750	8,380	0,000	17,030	0,000	149,010	0,000		
2 + 54,00	0,530	0,000	11,500	7,000	6,100	0,000	14,480	0,000	101,380	0,000		

(a) Quantitativos medidos.

Fonte: Adaptado de “Dados de Terraplenagem” (SEI nº 71729456, p. 5).

1			8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Estacas			Média corte (m)	Média aterro (m)	Largura (m)	Semi-distância (m)	Área corte (m ²)	Área aterro (m ²)	Soma áreas corte (m ²)	Soma áreas aterro (m ²)	Volume parcial corte (m ³)	Volume parcial aterro (m ³)
1	+	40,00	1,241	0,000	8,000	0,000	9,930	0,000	9,930	0,000	0,000	0,000
1	+	60,00	0,886	0,000	11,500	10,000	10,190	0,000	20,120	0,000	201,200	0,000
1	+	80,00	0,665	0,000	11,500	10,000	7,650	0,000	17,840	0,000	178,400	0,000
2	+	00,00	0,633	0,000	11,500	10,000	7,280	0,000	14,930	0,000	149,300	0,000
2	+	20,00	0,824	0,000	11,500	10,000	9,480	0,000	16,760	0,000	167,600	0,000
2	+	22,50	0,752	0,000	11,500	1,250	8,640	0,000	18,120	0,000	22,650	0,000
2	+	40,00	0,729	0,000	11,500	8,750	8,390	0,000	17,030	0,000	149,010	0,000
2	+	54,00	0,530	0,000	11,500	7,000	6,100	0,000	14,490	0,000	101,430	0,000
Volume Acumulado											969,59	0,00

(b) Quantitativos recalculados.

Fonte: “Dados de Terraplenagem” (SEI nº 71729456, p. 5) e “Nota de serviço - Terraplenagem” (SEI nº 71730404, p. 3).

Note-se da Figura 6.9a que o volume acumulado de corte obtido foi de 1.232,13 m³ (somatório dos volumes parciais indicados na coluna 16 da mesma figura), e como não houve seções de aterro no trecho (coluna 9), a integralidade desse volume excedente foi destinada ao descarte – mediu-se um quantitativo de 4.682,09 m³.km de momento de transporte, com uma DMT associada[6.5] de 3,80 km (SEI nº 71729456, p. 5).

Por sua vez, após a correção dos erros de cálculo, a equipe de auditoria obteve um volume acumulado de corte de 969,59 m³ para o trecho (Figura 6.9b), o que indica uma medição a maior de 262,54 m³ do serviço de escavação, carga e transporte (item de serviço de código 74154/1M do SINAPI), bem como uma medição a maior de 997,65 m³.km do serviço de momento de transporte[6.6].

Ademais, conforme antecipado, para alguns trechos os erros de cálculo também minoraram o volume medido de material escavado e destinado ao descarte, sendo que essa diferença nos quantitativos medidos em desfavor do executante também foram considerados quando do cômputo geral.

Assim, apresenta-se na Tabela 6.6 a comparação entre os volumes de material destinados ao descarte e os momentos de transporte associados medidos e apurados pela equipe de auditoria em decorrência dos erros pontuais no cálculo de áreas e volumes. Reitera-se que o detalhamento dos valores apurados consta do Anexo VII.

Tabela 6.6 - Comparativo do volume e do momento de transporte do material destinado ao descarte em decorrência dos erros de cálculo.

Medição	Trecho	Volume Descarte (m ³)			Momento Transporte (m ³ .km)			
		Medido	Apurado	Diferença	DMT	Medido	Apurado	Diferença
2 ^a	01.1 - Eixo 5 - Prov	723,36	738,32	14,96	3,80	2.748,77	2.805,62	56,85
	02.1 - Eixo 7 - Prov	1.232,13	969,53	-262,60		4.682,09	3.684,21	-997,88
	03.1 - Eixo 9 - Prov	398,35	349,05	-49,30		1.513,73	1.326,39	-187,34
3 ^a	02.2 - Alça Ligação Eixo 5 e 7	801,57	818,07	16,50	11,80	9.458,53	9.653,23	194,70
4 ^a	04 - Desvio 2	1.528,53	1.273,88	-254,65	12,00	18.342,36	15.286,56	-3.055,80
	04.1 - Acesso Parque	28,83	0,00	-28,83		345,96	0,00	-345,96
5 ^a	06 - Desvio 2 - Alternativo	393,95	364,69	-29,26	12,00	4.727,40	4.376,28	-351,12
Total				-593,18				-4.686,55

Fonte: “Dados de Terraplenagem” da 2^a, 3^a, 4^a e 5^a medição (SEI nº 71729456, p. 3, 5 e 7; nº 73355997, p. 40; nº 75682533, p. 77 /78; e nº 77582636, p. 14, respectivamente).

Não compensação de volumes de corte quando do aterro de diferentes trechos

Em geral, a sistemática adotada nas memórias de cálculo foi a seguinte: apurou-se individualmente os volumes acumulados de corte e de aterro por trecho de terraplenagem, vez que:

- O volume acumulado de corte era necessário para a quantificação do serviço de escavação, carga e transporte (composição de serviço de código 74154/1 M SINAPI);
- A diferença entre os volumes acumulados de corte e o de aterro era necessária para a quantificação do serviço de momento de transporte (composição de serviço de código 95876 SINAPI), referente ao descarte de material excedente não utilizado, que logicamente só era computado quando havia excedente de material (diferença positiva entre os volumes acumulados de corte e de aterro);
- Por sua vez, o volume de acumulado de aterro era utilizado para a quantificação do serviço de compactação de aterros (composições de serviço de códigos 5502978M e 5503041M SICRO).

Nesse sentido, observou-se que essa apuração de material excedente a ser descartado era apurado apenas por trecho, ou seja, se em um determinado trecho o volume acumulado de material de corte fosse superior ao acumulado de aterro, todo esse excedente de material era medido como sendo destinado ao descarte. No entanto, se em determinado trecho o volume acumulado de material de aterro era superior ao de corte, não se indicava a origem desse



material. Em atenção ao princípio da economicidade, na prática, esse volume de material necessário para aterro deveria ter advindo de outro trecho em que houve excedente de material, porém, a integralidade desse material excedente foi medida como sendo destinada ao bota-fora.

Assim, identificou-se que a apuração do material para descarte era feita por trecho, sem considerar quando esse material era utilizado para aterro de outro trecho. Nesse sentido, embora no trecho com resultado negativo da diferença entre volume de corte e de aterro não tenha motivado a medição de momento de transporte, no trecho com excedente de material (diferença positiva) houve medição a maior desse serviço, por não descontar o volume utilizado para aterro de outro trecho.

Para ilustrar essa situação, apresenta-se na Tabela 6.7 os volumes de corte, de aterro e de material excedente destinado ao descarte, por medição e por trecho de terraplenagem, de acordo com as memórias de cálculo do serviço[6.7].

Tabela 6.7 - Volumes de corte, de aterro e de descarte na terraplenagem dos trechos até a 12ª medição.

Medição	Trecho	Volume (m ³)		
		Corte	Aterro	Descarte
2ª	01 - Eixo 5 - Prov	399,60	0,00	399,60
	01.1 - Eixo 5 - Prov	723,36	0,00	723,36
	02 - Eixo 7 - Prov	411,75	0,00	411,75
	02.1 - Eixo 7 - Prov	1.232,13	0,00	1.232,13
	03 - Eixo 9 - Prov	92,62	0,00	92,62
	03.1 - Eixo 9 - Prov	411,35	6,50	404,85
	03.2 - Alça Eixo 9 - Prov	84,81	0,00	84,81
	Subtotal	3.355,62	6,50	3.349,12
3ª	02.2 - Alça Ligação Eixo 5 e 7	801,57	0,00	801,57
	Subtotal	801,57	0,00	801,57
4ª	04 - Desvio 2	1.787,43	258,90	1.528,53
	04.1 - Acesso Parque	95,73	66,90	28,83
	05 - Aterro Alambrado	0,00	247,65	0,00
	Subtotal	1.883,16	573,45	1.557,36
5ª	06 - Desvio 2 - Alternativo	399,79	5,84	393,95
	Subtotal	399,79	5,84	393,95
9ª	08 - Escavação OAEs	15.370,98	0,00	15.370,98
	P8 - Pátio de Viga OAE 08	697,89	0,01	697,88
	P9 - Pátio de Viga OAE 09	113,61	99,78	13,83
	Subtotal	16.182,48	99,79	16.082,69



Medição	Trecho	Volume (m ³)		
		Corte	Aterro	Descarte
11 ^a	13 - Volume Terraplenagem Obra 9 Direita	161,90	311,75	0,00
	14 - Volume Terraplenagem Obra 9 Esquerda	124,39	358,21	0,00
	15 - Volume Terraplenagem Obra 8 Esquerda	274,74	272,53	2,21
	16 - Volume Terraplenagem Obra 8 Direita	289,57	297,38	0,00
	Subtotal	850,60	1.239,87	2,21
12 ^a	17 - Escavação Eixo 3 e 4 - Estacas 13+19,805 a 17+2,00	5.731,28	0,00	5.731,28
	18 - Escavação Eixo 3 e 4 - Estacas 1+0,00 a 10+18,400	7.670,63	0,00	7.670,63
	Subtotal	13.401,91	0,00	13.401,91
Total		36.875,13	1.925,45	35.588,81

Fonte: “Dados de Terraplenagem” da 2^a, 3^a, 4^a, 5^a, 9^a, 11^a e 12^a medição (SEI nº 71729456, p. 2/8; nº 73355997, p. 40; nº 75682533, p. 77/79; e nº 77582636, p. 14; nº 85582198, p. 1/4; nº 90830311, p. 4/7; e nº 92942781, p. 14/15, respectivamente).

Note-se da Tabela 6.7 que o volume total de material descartado medido até a 12^a medição foi de 35.588,81 m³, no entanto, o volume total excedente de material, dado pela diferença entre o volume total de corte e de aterro, foi de apenas 34.949,68 m³ (36.875,13 m³ - 1.925,45 m³), ou seja, mediu-se um quantitativo a maior de **639,13 m³** de material descartado.

Como não houve importação de material para aterro, o quantitativo de material a ser destinado ao descarte deveria ter sido menor ou igual ao quantitativo de material excedente, pois, se assim não fosse, ter-se-ia faltado material para aterro. Nesse sentido, evidencia-se que a medição de um volume de material para descarte superior ao volume excedente no cômputo global das medições foi indevida.

Ademais, esclarece-se que não foram incluídos na Tabela 6.7 os quantitativos de terraplenagem referentes aos trechos “09 - Volume Cascalho_Obra 8 Direita”, “10 - Volume Cascalho_Obra 8 Esquerda”, “11 - Volume Cascalho_Obra 9 Direita”, e “12 - Volume Cascalho_Obra 9 Esquerda” – que demandaram um quantitativo total de aterro de 447,22 m³ (SEI nº 90830287, p. 18; e nº 90830311, p. 1/3) –, pois o material utilizado no aterro desses trechos (cascalho) foi distinto dos demais (solo de escavação).

Sobreposição de notas de serviço de terraplenagem entre trechos de diferentes medições

Em relação à sobreposição de notas de serviço de terraplenagem, esclarece-se que tal situação é a mesma anteriormente relatada no Ponto de Auditoria 3.1.5 “***SUPERFATURAMENTO NOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO***”. Assim, é decorrente da **sobreposição parcial** de trechos viários executados em diferentes medições, bem como entre trechos viários executados e vias já existentes, o que resultou na medição de serviços de terraplenagem superiores aos efetivamente executados.

Como mais bem detalhado no referido Ponto de Auditoria, a sobreposição parcial afetou a medição de serviços nos trechos “02.2 - Alça Ligação Eixo 5 e 7” e “04 - Desvio 2”, executados nas 3ª e 4ª medições, respectivamente.

No caso do trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 5 e 7”, os serviços de terraplenagem foram quantificados considerando a terraplenagem ao longo de toda a extensão indicada na nota de serviço de terraplenagem (SEI nº 73356122, p. 21), sem qualquer ressalva, ou seja, considerou-se a execução de terraplenagem desde a estaca 0 até a estaca 1+19,399.

No entanto, conforme croqui elaborado pela equipe de auditoria (Figura 5.9), demonstrou-se a concordância parcial do traçado da alça de ligação com o “Eixo 7” (entre as estacas 0 e 1), com o “Eixo 5” (entre as estacas 5+9,745 e 5+19,399), e com pavimentos existentes da Avenida das Jaqueiras (entre as estacas 2+12,654 e 3+3,692 e entre as estacas 3+14,128 e 4+1,331), assim, não foram executados serviços de terraplenagem nesses locais e, assim, não deveriam ter sido medidos.

Assim sendo, ajustou-se a nota de serviço de terraplenagem do referido trecho, de forma a indicar os locais de concordância (Tabela 6.8).

Tabela 6.8 - Nota de serviço de terraplenagem ajustada da “Alça de Ligação Eixo 05 e 07”.

ESTACAS	EIXO				BORDO ESQUERDO				BORDO DIRETO				SEMI-PLATAFORMA (m)		MÉDIAS	
	TERRENO	PROJETO	CORTE	ATERRO	TERRENO	PROJETO	CORTE	ATERRO	TERRENO	PROJETO	CORTE	ATERRO	LADO ESQUERDO	LADO DIRETO	CORTE	ATERRO
0 + 00,000																
0 + 04,861	Estacas 0+0,00 a 1+0,00 concordam com EIXO 7															
0 + 12,439																
1 + 00,000	1.123,129	1.122,459	0,67	0,00	1.123,164	1.122,234	0,93	0,00	1.123,154	1.122,579	0,58	0,00	7,500	4,000	0,727	0,000
1 + 10,930	1.123,611	1.122,805	0,81	0,00	1.123,592	1.122,580	1,01	0,00	1.123,660	1.122,925	0,74	0,00	7,500	4,000	0,853	0,000
2 + 00,000	1.123,536	1.123,093	0,44	0,00	1.123,317	1.122,868	0,45	0,00	1.123,897	1.123,213	0,68	0,00	7,500	4,000	0,523	0,000
2 + 12,654	1.124,174	1.123,494	0,68	0,00	1.123,786	1.123,269	0,52	0,00	1.124,270	1.123,614	0,66	0,00	7,500	4,000	0,620	0,000
3 + 00,000	Estacas 2+12,654 a 3+3,692 concordam com pavimento existente															
3 + 03,692	1.124,110	1.123,490	0,62	0,00	1.123,757	1.123,265	0,49	0,00	1.124,294	1.123,610	0,68	0,00	7,500	4,000	0,597	0,000
3 + 09,580	1.124,027	1.123,558	0,47	0,00	1.123,732	1.123,333	0,40	0,00	1.124,204	1.123,678	0,53	0,00	7,500	4,000	0,467	0,000
3 + 14,128	1.124,275	1.123,611	0,66	0,00	1.123,897	1.123,386	0,51	0,00	1.124,456	1.123,731	0,72	0,00	7,500	4,000	0,630	0,000
4 + 00,000	Estacas 3+14,128 a 4+1,331 concordam com pavimento existente															
4 + 01,331	1.124,106	1.123,400	0,71	0,00	1.123,479	1.123,175	0,30	0,00	1.124,361	1.123,520	0,84	0,00	7,500	4,000	0,617	0,000
4 + 09,609	1.123,704	1.123,104	0,60	0,00	1.123,333	1.122,879	0,45	0,00	1.123,909	1.123,224	0,69	0,00	7,500	4,000	0,580	0,000
5 + 00,000	1.123,366	1.122,732	0,63	0,00	1.123,045	1.122,507	0,54	0,00	1.123,386	1.122,852	0,53	0,00	7,500	4,000	0,567	0,000
5 + 09,745	1.122,845	1.122,383	0,46	0,00	1.122,669	1.122,158	0,51	0,00	1.122,887	1.122,503	0,38	0,00	7,500	4,000	0,450	0,000
5 + 19,399	Estacas 5+9,745 a 5+19,399 concordam com EIXO 5															

Fonte: Adaptado de SEI nº 73356122, p. 21.

A partir dessa nota de serviço de terraplenagem ajustada (Tabela 6.8), recalculou-se os volumes de corte e de aterro, de forma a refletir a não execução de terraplenagem nos locais indicados (Tabela 6.9). Assim, obteve-se o volume acumulado de corte para o referido trecho de **501,81 m³**, em detrimento do volume de 801,57 m³ obtido na memória de cálculo da medição (SEI nº 73355997, p. 40).

Tabela 6.9 - Cálculo dos volumes de terraplenagem da “Alça de Ligação Eixo 05 e 07”.

Estacas			Áreas (m ²)		Soma das áreas (m ²)		Semi-distância (m)	Volume (m ³)		Compensação lateral (m ³)	Volume acumulado (m ³)
			Corte	Aterro	Corte	Aterro		Corte	Aterro		
0	+	00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0	+	04,861	0,00	0,00	0,00	0,00	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00
0	+	12,439	0,00	0,00	0,00	0,00	3,79	0,00	0,00	0,00	0,00
1	+	00,000	8,34	0,00	8,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	+	10,930	9,79	0,00	18,13	0,00	5,47	99,17	0,00	99,17	99,17
2	+	00,000	6,04	0,00	15,83	0,00	4,54	71,87	0,00	71,87	171,04
2	+	12,654	7,11	0,00	13,15	0,00	6,33	83,24	0,00	83,24	254,28
3	+	00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	3,67	0,00	0,00	0,00	254,28
3	+	03,692	6,89	0,00	6,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	254,28
3	+	09,580	5,35	0,00	12,24	0,00	2,94	35,99	0,00	35,99	290,27
3	+	14,128	7,28	0,00	12,63	0,00	2,27	28,67	0,00	28,67	318,94
4	+	00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	2,94	0,00	0,00	0,00	318,94
4	+	01,331	7,10	0,00	7,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	318,94
4	+	09,609	6,67	0,00	13,77	0,00	4,14	57,01	0,00	57,01	375,95
5	+	00,000	6,54	0,00	13,21	0,00	5,20	68,69	0,00	68,69	444,64
5	+	09,745	5,20	0,00	11,74	0,00	4,87	57,17	0,00	57,17	501,81
5	+	19,399	0,00	0,00	0,00	0,00	4,83	0,00	0,00	0,00	501,81

Fonte: Adaptado de “Dados de Terraplenagem” (SEI nº 73355997, p. 40).

No segundo caso, referente ao “04 - Desvio 2”, os serviços de terraplenagem foram quantificados considerando a terraplenagem ao longo de toda a extensão indicada na nota de serviço de terraplenagem (SEI nº 79461225, p. 1), sem qualquer ressalva, ou seja, considerou-se a execução de terraplenagem desde a estaca 0 até à estaca 13+17,86.

No entanto, conforme croqui elaborado pela equipe de auditoria (Figura 5.19), demonstrou-se a concordância parcial do traçado do “Desvio 2” com o “05 - Desvio 2 - Alternativo” (a partir da estaca 10+5,00 executou-se o traçado decorrente do trecho denominado “Desvio 2 – Alternativo”, em detrimento do previsto inicialmente), e com pavimentos existentes da EPIG (entre as estacas 0 e 2, e entre as estacas 9+9,50 e 10+5,00).

Nesse sentido, ajustou-se a nota de serviço de terraplenagem do referido trecho, de forma a indicar os locais de não execução de terraplenagem (Tabela 6.10).

Tabela 6.10 - Nota de serviço de terraplenagem ajustada do “Desvio 2”.

ESTACAS	EXO				BORDO ESQUERDO				BORDO DIRETO				SEMI-PLATAFORMA (m)		MÉDIAS	
	TERRENO	PROJETO	CORTE	ATERRO	TERRENO	PROJETO	CORTE	ATERRO	TERRENO	PROJETO	CORTE	ATERRO	LADO ESQUERDO	LADO DIRETO	CORTE	ATERRO
0 + 00,000	Estacas 0+0,00 a 1+0,00 concordam com pavimento existente															
1 + 00,000	1.117,068	1.116,261	0,81	0,00	Concorda com pavimento existente				1.116,877	1.116,376	0,50	0,00	Não há	5,750	0,655	0,000
2 + 00,000	1.117,201	1.116,044	1,16	0,00	1.117,176	1.115,929	1,25	0,00	1.116,568	1.116,159	0,41	0,00	5,750	5,750	0,940	0,000
3 + 00,000	1.115,841	1.115,828	0,01	0,00	1.116,721	1.115,713	1,01	0,00	1.115,413	1.115,943	0,00	0,53	5,750	5,750	0,340	0,177
4 + 00,000	1.115,419	1.115,612	0,00	0,19	1.115,804	1.115,497	0,31	0,00	1.115,028	1.115,727	0,00	0,70	5,750	5,750	0,103	0,297
5 + 00,000	1.115,111	1.115,395	0,00	0,28	1.115,408	1.115,280	0,13	0,00	1.114,677	1.115,510	0,00	0,83	5,750	5,750	0,043	0,370
6 + 00,000	1.114,711	1.115,179	0,00	0,47	1.115,023	1.115,064	0,00	0,04	1.114,347	1.115,294	0,00	0,95	5,750	5,750	0,000	0,487
7 + 00,000	1.114,687	1.114,963	0,00	0,28	1.116,442	1.114,848	1,59	0,00	1.113,866	1.115,078	0,00	1,21	5,750	5,750	0,530	0,497
8 + 00,000	1.114,528	1.114,746	0,00	0,22	1.114,999	1.114,631	0,37	0,00	1.114,056	1.114,861	0,00	0,81	5,750	5,750	0,123	0,343
9 + 00,000	1.114,829	1.114,530	0,30	0,00	1.115,244	1.114,415	0,83	0,00	1.114,426	1.114,645	0,00	0,22	5,750	5,750	0,377	0,073
9 + 09,500	1.114,976	1.114,427	0,55	0,00	1.115,229	1.114,312	0,92	0,00	1.114,715	1.114,542	0,17	0,00	5,750	5,750	0,547	0,000
10 + 00,000	Estacas 9+9,50 a 10+5,00 concordam com pavimento existente A partir da estaca 10,50 executou-se o trecho "Desvio 2 - Alternativo"															
10 + 05,000																
11 + 00,000																
12 + 00,000																
12 + 06,000																
13 + 00,000																
13 + 17,860																

Fonte: Adaptado de SEI nº 79461225, p. 2.

Dessa feita, a partir da nota de serviço de terraplenagem ajustada (Tabela 6.10), recalculou-se os volumes de corte e de aterro, de forma a refletir a não execução de terraplenagem nos locais indicados (Tabela 6.11), e obteve-se o volume acumulado de material excedente para o referido trecho de 95,20 m³ – diferença entre o volume acumulado de corte (608,75 m³), e o volume acumulado de aterro (513,55 m³), em detrimento do volume excedente de 1.528,53 m³ obtido na memória de cálculo da medição (SEI nº 75682533, p. 77).

Tabela 6.11 - Cálculo dos volumes de terraplenagem do “Desvio 2”.

Estacas	Áreas (m ²)		Soma das áreas (m ²)		Semi-distância (m)	Volume (m ³)		Compensação lateral (m ³)	Volume acumulado (m ³)
	Corte	Aterro	Corte	Aterro		Corte	Aterro		
0 + 00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 + 00,000	3,76	0,00	3,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 + 00,000	10,79	0,00	14,55	0,00	10,00	145,50	0,00	145,50	145,50
3 + 00,000	3,91	2,07	14,70	2,07	10,00	147,00	20,70	126,30	271,80
4 + 00,000	1,17	3,45	5,08	5,52	10,00	50,80	55,20	-4,40	267,40
5 + 00,000	0,49	4,26	1,66	7,71	10,00	16,60	77,10	-60,50	206,90
6 + 00,000	0,00	5,64	0,49	9,90	10,00	4,90	99,00	-94,10	112,80
7 + 00,000	6,11	5,75	6,11	11,39	10,00	61,10	113,90	-52,80	60,00
8 + 00,000	1,41	3,91	7,52	9,66	10,00	75,20	96,60	-21,40	38,60
9 + 00,000	4,32	0,81	5,73	4,72	10,00	57,30	47,20	10,10	48,70
9 + 09,500	6,28	0,00	10,60	0,81	4,75	50,35	3,85	46,50	95,20
10 + 00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	5,25	0,00	0,00	0,00	95,20
10 + 05,000	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	0,00	0,00	0,00	95,20
11 + 00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	0,00	0,00	0,00	95,20
12 + 00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	95,20



Estacas			Áreas (m ²)		Soma das áreas (m ²)		Semi-distância (m)	Volume (m ³)		Compensação lateral (m ³)	Volume acumulado (m ³)
			Corte	Aterro	Corte	Aterro		Corte	Aterro		
12	+	06,000	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	95,20
13	+	00,000	0,00	0,00	0,00	0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	95,20
13	+	17,860	0,00	0,00	0,00	0,00	8,93	0,00	0,00	0,00	95,20

Fonte: Adaptado de “Dados de Terraplenagem” (SEI nº 75682533, p. 77).

Ademais, salienta-se que parte dessa diferença encontrada entre o valor da memória de cálculo da medição e o obtido pela equipe de auditoria por meio do recálculo decorre de erro de cálculo no somatório das áreas de aterro entre as estacas 4+0,00 e 9+0,00 (células com destaque em vermelho na Tabela 6.11), que minorou o volume acumulado de aterro para o trecho, e, por consequência, majorou o quantitativo de material excedente a ser descartado.

Diante do exposto, apresenta-se na Tabela 6.12 os volumes de corte, aterro, excedente e descarte na terraplenagem dos trechos apurados pela equipe de auditoria após os devidos ajustes para sanar os erros de cálculo, de não compensação global dos volumes de corte e aterro, e de sobreposição parcial dos trechos, detalhado por medição e por trecho de terraplenagem.

Tabela 6.12 – Volumes apurados de corte, aterro, excedente e descarte na terraplenagem dos trechos.

Medição	Trecho	Volume Apurado (m ³)			
		Corte	Aterro	Excedente	Descarte
2ª	01 - Eixo 5 - Prov	399,60	0,00	399,60	399,60
	01.1 - Eixo 5 - Prov	738,32	0,00	738,32	738,32
	02 - Eixo 7 - Prov	411,75	0,00	411,75	411,75
	02.1 - Eixo 7 - Prov	969,53	0,00	969,53	969,53
	03 - Eixo 9 - Prov	138,88	0,00	138,88	138,88
	03.1 - Eixo 9 - Prov	355,55	6,50	349,05	349,05
	03.2 - Alça Eixo 9 - Prov	84,81	0,00	84,81	84,81
	Subtotal	3.098,44	6,50	3.091,94	3.091,94
3ª	02.2 - Alça Ligação Eixo 5 e 7	501,81	0,00	501,81	305,69
	Subtotal	501,81	0,00	501,81	305,69
4ª	04 - Desvio 2	608,75	513,55	95,20	0,00
	04.1 - Acesso Parque	95,73	139,40	-43,67	0,00
	05 - Aterro Alambrado	0,00	247,65	-247,65	0,00
	Subtotal	704,48	900,60	-196,12	0,00
5ª	06 - Desvio 2 - Alternativo	366,19	1,50	364,69	364,69
	Subtotal	366,19	1,50	364,69	364,69



Medição	Trecho	Volume Apurado (m ³)			
		Corte	Aterro	Excedente	Descarte
9 ^a	08 - Escavação OAEs	15.370,98	0,00	15.370,98	15.370,98
	P8 - Pátio de Viga OAE 08	697,89	0,01	697,88	308,61
	P9 - Pátio de Viga OAE 09	113,61	99,78	13,83	13,83
	Subtotal	16.182,48	99,79	16.082,69	15.693,42
11 ^a	13 - Volume Terraplenagem_Obra 9 Direita	161,90	311,75	-149,85	0,00
	14 - Volume Terraplenagem_Obra 9 Esquerda	124,39	358,21	-233,82	0,00
	15 - Volume Terraplenagem_Obra 8 Esquerda	274,74	272,53	2,21	0,00
	16 - Volume Terraplenagem_Obra 8 Direita	289,57	297,38	-7,81	0,00
	Subtotal	850,60	1.239,87	-389,27	0,00
12 ^a	17 - Escavação Eixo 3 e 4 - Estacas 13+19,805 a 17+2,00	5.731,28	0,00	5.731,28	5.731,28
	18 - Escavação Eixo 3 e 4 - Estacas 1+0,00 a 10+18,400	7.670,63	0,00	7.670,63	7.670,63
	Subtotal	13.401,91	0,00	13.401,91	13.401,91
Total	35.105,91	2.248,26	32.857,65	32.857,65	

Esclarece-se que os destaques em azul na Tabela 6.12 indicam os locais com excedente de material e que foram utilizados para suprir a demanda de material para aterro dos locais com valores negativos na coluna “Excedente”, isto é, nos trechos em que o volume de corte não foi suficiente para suprir o quantitativo necessário para aterro.

Para exemplificar, cita-se o caso da 11^a medição, em que os trechos “13 - Volume Terraplenagem_Obra 9 Direita”, “14 - Volume Terraplenagem_Obra 9 Esquerda” e “16 - Volume Terraplenagem_Obra 8 Direita”, somados, indicaram a necessidade de importação de um quantitativo total de 391,48 m³ para aterro. Assim, considerou-se que 2,21 m³ de material advieram do excedente de material do trecho “15 - Volume Terraplenagem_Obra 8 Esquerda”, executado na própria 11^a medição, e o restante do material (389,27 m³) adveio do excedente apurado no trecho “P8 - Pátio de Viga OAE 08” (697,88 m³), resultando em nenhum quantitativo de material destinado ao descarte no trecho “15” e de apenas 308,61 m³ de descarte no trecho “P8”.

Por fim, ao comparar o volume total medido destinado descarte na Tabela 6.7 (35.588,81 m³) com o apurado pela equipe de auditoria na Tabela 6.12 (32.857,65 m³), evidencia-se uma medição a maior de **2.731,16 m³** de material destinado ao descarte em decorrência dos erros de cálculo, da não compensação global dos volumes de corte e aterro, e da sobreposição parcial dos trechos.

Superfaturamento no momento de transporte para descarte de material

Considerando os ajustes das DMTs e dos volumes dos materiais provenientes da terraplenagem, apura-se uma diferença de 77.876,23 m³.km entre o quantitativo medido e o obtido pela equipe de auditoria para o serviço de momento de transporte para descarte de material (Tabela 6.13), o que representa um superfaturamento total por quantidade de **RS 124.547,26**, resultante da medição e pagamento de quantitativos superiores aos efetivamente executados.

Tabela 6.13 - Diferença total na medição do serviço de momento de transporte para descarte de material.

Item ¹	Finalidade do momento de transporte	Acumulado					Diferença ² (RS)
		Volume (m ³)		Momento de Transporte (m ³ .km)			
		Medição	Apurado	Medição	Apurado	Diferença	
4	DEMOLIÇÕES E RETIRADAS						
4.1.3	Descarte de material proveniente da limpeza de camada vegetal	8.675,52	8.675,52	90.623,66	78.460,43	-12.163,23	-19.452,62
4.2.4	Descarte de material proveniente da retirada de árvores	108,36	108,36	1.308,72	1.141,29	-167,43	-267,76
4.5.4	Descarte de material proveniente da demolição de pavimento	2.236,41	2.236,41	15.297,06	13.361,84	-1.935,22	-3.094,99
4.6.3	Descarte de material proveniente da demolição de meios-fios	106,84	106,84	898,38	692,97	-205,41	-328,51
4.7.4	Descarte de material proveniente da demolição de concreto (passeio e abrigos)	174,16	174,16	1.708,93	1.352,96	-355,97	-569,30
5	TERRAPLANAGEM						
5.1.2	Descarte de material proveniente das escavações e cortes	35.588,81	32.857,65	332.045,00	276.347,66	-55.697,34	-89.076,61
6	OBRAS DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS						
6.1.8	Descarte de material proveniente das escavações e cortes	2.744,34	2.744,34	26.542,01	21.823,54	-4.718,47	-7.546,24
9	OBRAS DE ARTE ESPECIAIS						
9.1.1.1	Descarte de material proveniente da escavação das estacas	858,53	858,53	10.302,41	7.726,81	-2.575,60	-4.119,16
9.1.1.7	Descarte de material proveniente do arrasamento das estacas	44,43	44,43	297,48	239,91	-57,57	-92,06
	Total	50.537,39	47.806,24	479.023,64	401.147,41	-77.876,23	-124.547,26

¹ Numeração do orçamento base. Após as alterações contratuais, essa numeração passou a ser acrescida de 1 (uma) unidade.

² Considerando o preço unitário contratado após o reequilíbrio de preço (de R\$ 1,60, com o BDI de 20,34%).

Por fim, apresenta-se na Tabela 6.14 o detalhamento dos quantitativos de momento de transporte, por medição e para cada finalidade prevista no orçamento base, medidos e apurados pela equipe de auditoria.



Tabela 6.14 - Detalhamento, por medição, da diferença apurada para o serviço de momento de transporte para descarte de material.

Item ¹	2ª Medição (01/09/21 a 25/09/21)						3ª Medição (26/09/21 a 25/10/21)					
	Vol. (m³)		DMI (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMI (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado
4												
4.1.3	777,10	777,10	10,00	10,00	7.771,02	7.771,02	481,71	481,71	12,00	9,00	5.780,54	4.335,41
	390,23	390,23	12,00	9,00	4.682,78	3.512,09						
4.2.4	32,61	32,61	12,00	9,00	391,32	293,49	8,25	8,25	12,00	9,00	98,96	74,22
4.5.4	-	-	-	-	-	-	5,97	5,97	12,00	9,00	71,63	53,72
4.6.3	5,84	5,84	4,00	5,40	23,38	31,56	2,00	2,00	12,00	9,00	24,01	18,01
4.7.4	28,73	28,73	4,00	5,40	114,91	155,13	8,19	8,19	12,00	9,00	98,28	73,71
5												
5.1.2	3.349,12	3.091,94	3,80	5,20	12.726,66	16.078,09	801,57	305,69	11,80	8,80	9.458,53	2.690,07
6												
6.1.8	637,85	637,85	4,00	5,40	2.551,39	3.444,38	710,08	710,08	12,00	9,00	8.520,99	6.390,74
							-305,92	-305,92	4,00	5,40	-1.223,68	-1.651,96
9												
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Item ¹	4ª Medição (26/10/21 a 05/12/21)						5ª Medição (06/12/21 a 31/12/21)					
	Vol. (m³)		DMI (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMI (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado
4												
4.1.3	639,08	639,08	12,00	9,00	7.668,94	5.751,70	64,78	64,78	12,00	9,00	777,31	582,98
4.2.4	13,65	13,65	12,00	9,00	163,85	122,89	-	-	-	-	-	-
4.5.4	6,88	6,88	12,00	9,00	82,57	61,92	40,65	40,65	12,00	9,00	487,82	365,87
4.6.3	2,42	2,42	12,00	9,00	29,06	21,80	5,54	5,54	12,00	9,00	66,48	49,86
4.7.4	7,05	7,05	12,00	9,00	84,55	63,41	16,03	16,03	12,00	9,00	192,30	144,23
5												
5.1.2	1.557,36	0,00	12,00	8,80	18.688,32	0,00	393,95	364,69	12,00	8,80	4.727,40	3.209,27
6												
6.1.8	810,72	810,72	12,00	9,00	9.728,62	7.296,47	349,70	349,70	12,00	9,00	4.196,38	3.147,29
	466,83	466,83	4,00	5,40	1.867,33	2.520,90						
9												
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Item ¹	6ª Medição (01/01/22 a 31/01/22)						7ª Medição (01/02/22 a 10/03/22)					
	Vol. (m³)		DMI (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMI (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado
4												
4.1.3	-	-	-	-	-	-	615,80	615,80	12,00	9,00	7.389,60	5.542,20
4.2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.6.3	6,00	6,00	12,00	9,00	72,03	54,02	9,00	9,00	12,00	9,00	108,04	81,03
4.7.4	-	-	-	-	-	-	83,31	83,31	12,00	9,00	999,77	749,83
5												
5.1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6												
6.1.8	65,29	65,29	12,00	9,00	783,45	587,59	9,79	9,79	12,00	9,00	117,52	88,14
9												
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-	119,88	119,88	12,00	9,00	1.438,60	1.078,95
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Item ¹	8ª Medição (11/03/22 a 25/03/22)						9ª Medição (26/03/22 a 25/04/22)					
	Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado
4												
4.1.3	187,00	187,00	12,00	9,00	2.244,00	1.683,00	1.068,87	1.068,87	7,10	5,40	7.588,96	5.771,89
4.2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.5.4	-	-	-	-	-	-	820,95	820,95	7,10	5,40	5.828,75	4.433,13
4.6.3	7,27	7,27	12,00	9,00	87,19	65,39	35,85	35,85	7,10	5,40	254,57	193,62
4.7.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5												
5.1.2	-	-	-	-	-	-	15.882,69	15.493,42	6,90	5,20	109.590,54	80.565,78
							200,00	200,00	13,00	11,30	2.600,00	2.260,00
6												
6.1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9												
9.1.1.1	738,65	738,65	12,00	9,00	8.863,82	6.647,86	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-	28,10	28,10	7,10	5,40	199,50	151,73

Item ¹	10ª Medição (26/04/22 a 31/05/22)						11ª Medição (01/06/22 a 01/07/22)					
	Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)		Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado
4												
4.1.3	-	-	-	-	-	-	2.562,50	2.562,50	13,00	13,00	33.312,53	33.312,53
							1.888,44	1.888,44	7,10	5,40	13.407,96	10.197,60
4.2.4	6,49	6,49	6,00	5,40	38,94	35,04	47,36	47,36	13,00	13,00	615,65	615,65
4.5.4	-	-	-	-	-	-	223,00	223,00	7,10	5,40	1.583,30	1.204,20
							356,41	356,41	13,00	13,00	4.633,33	4.633,33
							303,41	303,41	0,20	0,20	60,68	60,68
4.6.3	-	-	-	-	-	-	32,91	32,91	7,10	5,40	233,63	177,69
4.7.4	-	-	-	-	-	-	30,86	30,86	7,10	5,40	219,11	166,65
5												
5.1.2	-	-	-	-	-	-	2,21	0,00	13,00	12,80	28,73	0,00
6												
6.1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9												
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	16,33	16,33	6,00	5,40	97,98	88,18	-	-	-	-	-	-

Item ¹	12ª Medição (02/07/22 a 31/07/22)					
	Vol. (m³)		DMT (km)		Mom. Transp. (m³.km)	
	Medição	Apurada	Medição	Apurada	Medição	Apurado
4						
4.1.3	-	-	-	-	-	-
4.2.4	-	-	-	-	-	-
4.5.4	191,65	191,65	13,00	13,00	2.491,49	2.491,49
	287,48	287,48	0,20	0,20	57,50	57,50
4.6.3	-	-	-	-	-	-
4.7.4	-	-	-	-	-	-
5						
5.1.2	13.401,91	13.401,91	13,00	12,80	174.224,83	171.544,45
6						
6.1.8	-	-	-	-	-	-
9						
9.1.1.1	-	-	-	-	-	-
9.1.1.7	-	-	-	-	-	-

¹ Numeração do orçamento base. Após as alterações contratuais, essa numeração passou a ser acrescida de 1 (uma) unidade.



Manifestação da unidade auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 30/5/2023, por meio do IAC nº 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 113851991), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1778/2023 – SODF/GAB/ASSESP, de 28/8/2023 (SEI nº 121025462), encaminhou “a manifestação das unidades técnicas desta Pasta” consignada nos seguintes documentos:

- Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635);
- Despacho – SODF/SUPOP/UNIORC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532); e
- Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).

Especificamente acerca dos campos “Fato” e “Causa” da constatação de superfaturamento no serviço de momento de transporte para descarte de material, releva destacar o seguinte trecho da manifestação dos executores do contrato da SODF:

[...]

6.3. Destacamos que essa Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal, instituiu a Coordenação de Análise e Conferência de Medições através do DECRETO Nº 41.383, DE 23 DE OUTUBRO DE 2020 publicado no DODF nº. 203, de 26 de outubro de 2020. Entre todas as atribuições, extraímos em parte:

- Realizar o controle de medições analisadas;
- Aferir as memórias de cálculos, planilhas de medições e croquis referentes aos processos de medição;

6.4. No que concerne ao DMT empregado para os serviços de transporte de bota-fora de material, é importante destacar que o material proveniente da EPIG não foi destinado apenas para a URE (13km), conforme especificado em licitação, sendo destinado também para a NOVACAP, JARDIM ZOOLOGICO E NÚCLEO BANDEIRANTE.

6.5. Importante destacar que **é prática dessa SODF acostar, nas medições, mapas DMT's para transporte de materiais (bota-fora e bota-dentro) que não tem destinação ou origem igual às previstas em licitação**, como também é prática desta SODF a **não remuneração de distâncias superiores às distâncias licitadas, sem a formalização de termo aditivo** que indique a necessidade de um maior trajeto do inicialmente licitado.

6.6. Para o caso do Contrato da EPIG, é importante destacar que **as distâncias auditadas são todas inferiores à distância licitada de 13km (URE) para o descarte de material**. Entretanto, é de conhecimento desta fiscalização que o fato de **a distância ser menor que a distância licitada, não dá a Contratada o direito de medir o maior percurso possível**, limitado à distância de orçamento, dentro das medições do Contrato.

6.7. Sendo assim, o correto critério de medição para o momento de transporte em m³. km deve ser:

Volume da carga de material (m³) X menor distância possível em km, da obra até o local de destino (limitada sempre à distância da licitação)

6.8. No caso da EPIG, **acreditou-se que os mapas apresentados e medidos nas medições eram, de fato, o menor trajeto possível de ser executado** no momento em que os serviços estavam sendo executados, **sendo algumas vezes apontado, in loco**



(obra), ao próprio Consórcio que existiam caminhos de menor distância. Porém, o Consórcio alegava que aquele era o caminho seguido pelos seus caminhões.

6.9. Entretanto, **é correto assumir que a fiscalização não teve o comportamento de seguir os caminhões da contratada para verificar se o trajeto de fato estava sendo o trajeto dos mapas** apresentados nas referidas medições, **sendo tal trabalho feito de forma assertiva pela a equipe de auditoria da CGDF.**

6.10. Sendo assim, **essa fiscalização concorda com aplicar o menor trajeto verificado nos mapas acostados ao relatório de auditoria, mesmo sabendo que a auditoria da CGDF não pode acompanhar em 100% todos os trajetos percorridos** pelos caminhões da obra da EPIG para os diversos locais de destino. Entretanto, **ao nosso entendimento, basta apenas uma amostra de não confiabilidade das informações prestadas nas medições do contrato frente ao que, de fato, está sendo executado para adotar medidas que favorecem e protegem o erário.**

6.11. Dessa forma, **essa fiscalização corrobora com a glosa dos momentos de transporte pelo ajustes dos DMT's apurados pela CGDF, frente aos DMT'S apresentados via mapas nas medições do Contrato nº. 020/2021.**

6.12. No tocante às irregularidades de **mensuração de volumes** nas medições do Contrato nº. 020/2021, **foi verificado que, de fato, houve lançamento de fórmulas equivocadas nas planilhas de medição.** Sendo assim, **entendemos serem pertinentes as glosas** de volumes excedentes.

6.13. Em relação a **não compensação de volume de corte e aterro**, é importante destacar que é prática desta SODF desconsiderar o volume de aterro em transportes de bota-fora onde o corte é superior ao volume de aterro do trecho. Ou seja, **o transporte de bota-fora é o volume de corte menos o aterro.**

6.14. Entretanto, em análise aos apontamentos da CGDF, **verificou-se que faltou cuidado em elaborar planilha para apurar se não existia material de aterro suficiente para abater novos transportes de volumes de corte a serem destinados ao bota-fora.**

6.15. Como auxílio para conferência dos memoriais de cálculo apresentados pela CGDF, foram utilizadas as medições do contrato, como também o Anexo VII do relatório de auditoria.

6.16. Sendo assim, **essa fiscalização corrobora integralmente com a glosa de R\$ 124.547,26** (cento e vinte e quatro mil, quinhentos e quarenta e sete reais e vinte e seis centavos) proposta pela CGDF, como também corrobora integralmente com o posicionamento da Coordenação de Análise e Conferência de Medições em seu Relatório Técnico - SODF/SUAF/COACM (id. 114958805):

“[...]”

Sobre o presente achado do relatório de auditoria, essa Coordenação corrobora com o princípio de que **o DMT a ser remunerado para a medição dos serviços sempre deve ser o menor trajeto até o ponto de destino.** Dessa forma, **recomendamos que seja acatada a glosa integral** apurada pela CGDF, de R\$ 124.547,26 (cento e vinte e quatro mil, quinhentos e quarenta e sete reais e vinte e seis centavos).”

6.17. Diante de todo o exposto acima, segue manifestação desta fiscalização sobre as causas, consequências e recomendações a serem tomadas:

“Causa

Em 2021 e 2022:

a) Falha da fiscalização pela não conferência da adequabilidade entre as distâncias adotadas nas medições para descarte de material e as efetivamente percorridas nesse transporte; e

Fiscalização:



Foram medidas distâncias menores que as previstas em licitações. Acreditava-se que as distâncias eram as de fato percorridas para a destinação de descarte dos materiais aos destinos previstos.

b) Falha da fiscalização quando da conferência das memórias de cálculo do serviço apresentadas pelo executante.

Fiscalização:

Erros pontuais nas planilhas dos memoriais de cálculo de terraplenagem.

[...]"

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Observe-se que a fiscalização da SODF concordou integralmente com os apontamentos da equipe de auditoria, os quais também foram corroborados pela análise da Coordenação de Análise e Conferência de Medições – COACM da SODF.

Especificamente ao que tange às distâncias médias de transporte, os executores do contrato ressaltaram que “*é prática*” da “*SODF acostar, nas medições, mapas DMT's para transporte de materiais (bota-fora e bota-dentro) que não tem destinação ou origem igual às previstas em licitação*”, assim como de não remunerar “*distâncias superiores às distâncias licitadas, sem a formalização de termo aditivo*”.

Ainda, acrescentaram que corroboram com o entendimento da equipe de auditoria de que devem ser utilizadas, na quantificação do serviço, as menores distâncias de transporte possíveis entre os locais de origem e de destino dos materiais a serem transportados.

Nesse aspecto, a fiscalização da SODF reconheceu que acreditou “*que os mapas apresentados e medidos nas medições eram, de fato,*” os que indicavam “*o menor trajeto possível de ser executado*”, embora tenha apontado algumas vezes, “*in loco (obra), ao próprio Consórcio que existiam caminhos de menor distância*”.

No entanto, os executores do contrato esclareceram que não seguiram “*os caminhos da contratada para verificar se o trajeto de fato*” correspondia ao “*trajeto dos mapas apresentados nas referidas medições*”, conforme feito pela equipe de auditoria, confiando na alegação do executante de “*que aquele era o caminho seguido pelos seus caminhos*”.

É justamente para mitigar a ocorrência dessa situação em futuros contratos de obras da SODF, em especial para os contratos em que o serviço de momento de transporte for financeiramente relevante, que fora proposta a recomendação “*R.19*” do IAC (renumerada para “*R.22*” neste relato final), a respeito da necessidade de implementação de controles mais rigorosos e eficazes para a medição do serviço.

Ademais, a fiscalização da SODF concordou com a aplicação das distâncias médias de transporte indicadas nos mapas dos trajetos apresentados pela equipe de auditoria, “



mesmo sabendo que a auditoria da CGDF não pode acompanhar em 100% todos os trajetos percorridos pelos caminhões da obra da EPIG para os diversos locais de destino”, vez que entende que “basta apenas uma amostra de não confiabilidade das informações prestadas nas medições do contrato frente ao que, de fato, está sendo executado para adotar medidas que favorecem e protegem o erário”.

Em relação a isso, acrescenta-se que, uma vez evidenciada a conduta do executante de apresentar mapas com distâncias superiores às efetivamente executadas, cabe a ele o ônus de demonstrar, de forma incontestada, situações distintas que pudessem restringir os resultados e as conclusões apresentados.

No que diz respeito aos apontamentos sobre os volumes dos materiais transportados, os executores do contrato reconheceram os erros pontuais no cálculo de áreas e volumes, conforme locais indicados pela equipe de auditoria nas planilhas de cálculo acostadas ao Anexo VII, bem como as situações específicas de não compensação entre volumes de corte e de aterro, registrando que *“faltou cuidado em elaborar planilha para apurar se não existia material de aterro suficiente para abater novos transportes de volumes de corte a serem destinados ao bota-fora”.*

No que tange às recomendações do IAC, considerando que a SODF corroborou integralmente com a glosa indicada pela equipe de auditoria, no montante de R\$ 124.547,26, bem como informou que a glosa foi *“efetuada na 22ª medição do Contrato (id. 115312547)”*, a recomendação *“R.18”* do IAC (renumerada para *“R.21”* neste relato final) será consignada como atendida.

Em relação à recomendação *“R.19”* do IAC (renumerada para *“R.22”* neste relato final), como a única manifestação da SODF em relação a ela foi a consignada na manifestação dos executores do contrato, e essa foi no sentido de que seria *“sugerida a elaboração de circular para atender a esta finalidade”*, essa recomendação será mantida para fins de acompanhamento de seu atendimento por esta CGDF.

Causa

Em 2021 e 2022:

- a) Falha da fiscalização pela não conferência da adequabilidade entre as distâncias adotadas nas medições para descarte de material e as efetivamente percorridas nesse transporte; e
- b) Falha da fiscalização quando da conferência das memórias de cálculo do serviço apresentadas pelo executante.



Consequência

Pagamento indevido no valor de **R\$ 124.547,26**, resultante da medição e pagamento de quantitativos superiores aos efetivamente executados.

Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

- R.21) (ATENDIDA) Proceder à glosa de **R\$ 124.547,26** nas próximas medições do Contrato nº 020/2021 – SODF em decorrência do superfaturamento por quantidade identificado no item de serviço “*TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020*”, código 95876 da tabela SINAPI; e
- R.22) Implementar, em até 60 dias, controles mais rigorosos e eficazes para a medição do item de serviço de momento de transporte, devendo incluir, dentre outros: *i.* definição clara dos trajetos a serem utilizados pelo executante tanto para o descarte de materiais inservíveis, quanto para a importação de materiais para a obra, com base em um estudo prévio que leve em consideração as distâncias viáveis e os custos envolvidos; *ii.* monitoramento efetivo desses trajetos pela fiscalização da obra, por meio de visitas *in loco*, acompanhamento via GPS ou outros meios de controle; *iii.* registro detalhado das quantidades de materiais inservíveis e importados transportados, incluindo data, hora, origem e destino do transporte, bem como a distância percorrida; *iv.* verificação sistemática das DMTs informadas pelo executante, por meio de comparação com os dados registrados pela fiscalização.



3.1.7. SUPERFATURAMENTO NO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TAPUME PARA ISOLAMENTO DO CANTEIRO DE OBRAS

Classificação da falha: Tipo C

Em relação ao item 16 da Curva ABC (“*TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018*”, código 98459 da tabela SINAPI), detectou-se superfaturamento por quantidade, decorrente da medição e pagamento de quantidades superiores às efetivamente executadas.

Esse item de serviço foi previsto no orçamento base para remunerar o tapume de isolamento do canteiro de obras. O critério de medição dessa composição de serviço SINAPI é por área de tapume metálico a ser instalado[7.1].

O quantitativo previsto para esse item foi de $331,37 m^2$, que, conforme detalhamento apresentado no orçamento base (SEI nº 50505294, p. 105), foi estimado a partir da área total necessária para o canteiro ($1.417,92 m^2$). Muito embora não tenha esse detalhamento no orçamento base, identificou-se que a área do tapume a ser instalado foi estimada da seguinte maneira: considerou-se, de forma simplificada, um canteiro de formato quadrado (lado de $37,66 m$ e perímetro de $150,62 m$), bem como uma altura média de $2 m$ (Área do tapume: $150,62 m \times 2 m = 301,24 m^2$), acrescido de uma margem de 10% ($301,24 m^2 + 10\% = 331,37 m^2$).

Ao longo da execução contratual, o quantitativo inicialmente previsto para esse serviço ($331,37 m^2$) foi medido integralmente na 1ª e na 4ª medição ($248 m^2$ e $83,37 m^2$, respectivamente). Posteriormente, o quantitativo desse serviço foi acrescido de $1.673,64 m^2$ (1º aditivo financeiro ao Contrato, firmado em 29/12/2021), sendo que a integralidade desse quantitativo acrescido foi medida na primeira medição posterior ao aditivo (6ª medição, correspondente ao período de 1º/1/2022 a 31/1/2022).

Nos autos da 1ª medição, que se refere ao período de 1º/7/2021 a 31/8/2021, a fim de respaldar o quantitativo medido de tapume ($248 m^2$), fora apresentado o seguinte croqui do canteiro de obras executado:

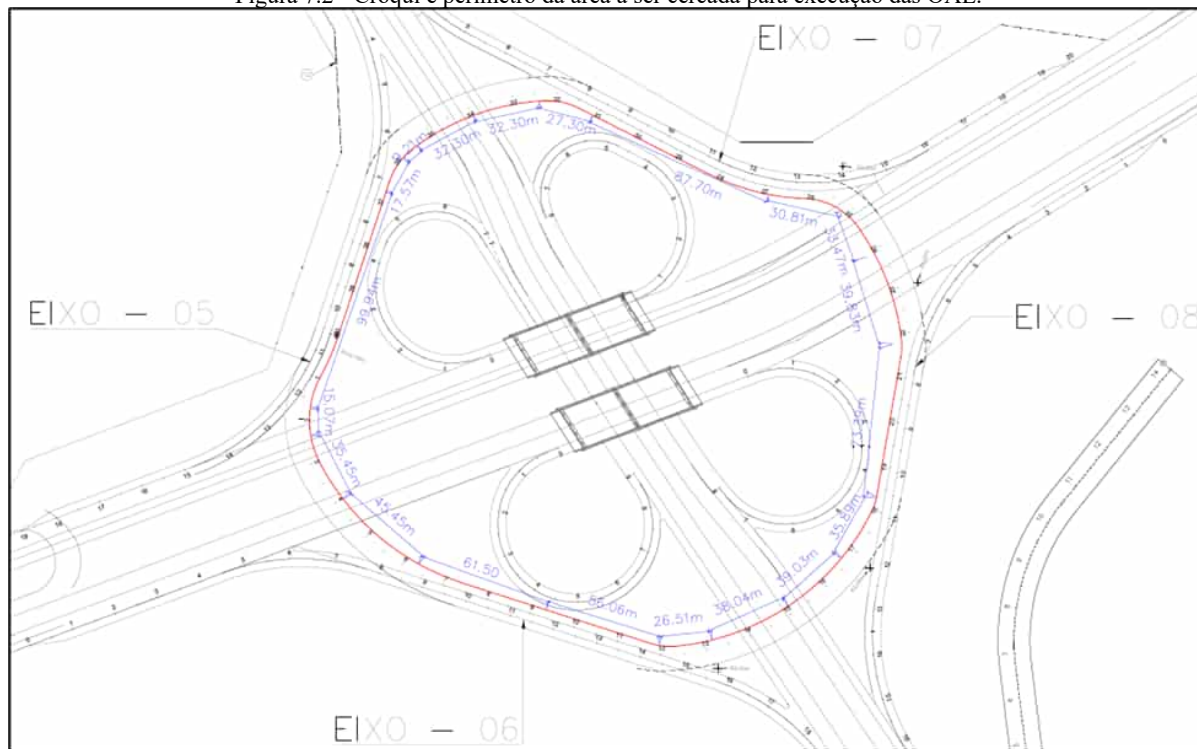
justificativa apresentada pelo executante para o acréscimo é decorrente da necessidade de fechamento do perímetro de execução das OAE, que não havia sido considerado no quantitativo previsto no orçamento base:

[...]

2) **Tapume com Telha Metálica:** Após apresentação do Cronograma e do plano de ataque para execução da obra, verificou-se que não havia sido previsto o isolamento da área de trabalho onde será executado a escavação para implementação das Obras de Arte Especiais. O não isolamento da área traz consigo grande risco para condução do empreendimento uma vez que o terreno será escavado cerca de 6 metros abaixo da cota de superfície atual. Em comum acordo, Secretaria de Obras, Supervisora e Consórcio Viaduto EPIG decidiram acrescentar quantidade de tapume a planilha contratual, com objetivo de fechamento do perímetro de execução da obra. O item 2.2.3 – Tapume com Telha metálica AF_05/2018, prevê a quantidade de 331,37 m² que foram utilizados no fechamento do canteiro de obras. Há a necessidade de acréscimos de 1.673,64 m². O preço referente a este item já consta na planilha da licitação, sendo necessário apenas o acréscimo de quantidades. No **ANEXO 1 – Planilha Revisada**, pode-se obter a planilha com o reflexo financeiro referente a alteração deste item. (Carta CE nº 098 /2021, de 23/12/2021, SEI nº 76808798).

Ainda, como forma de respaldar o quantitativo do item a ser acrescido, o executante acostou aos autos o seguinte croqui da área a ser isolada quando da execução das OAE:

Figura 7.2 - Croqui e perímetro da área a ser cercada para execução das OAE.



(a) Croqui.

LEGENDA

— TAPUME

TRECHO	COMPRIMENTO
EIXO 05	174,09
EIXO 06	263,01
EIXO 07	211,58
EIXO 08	188,14
TOTAL	836,82

(b) Legenda e perímetro.

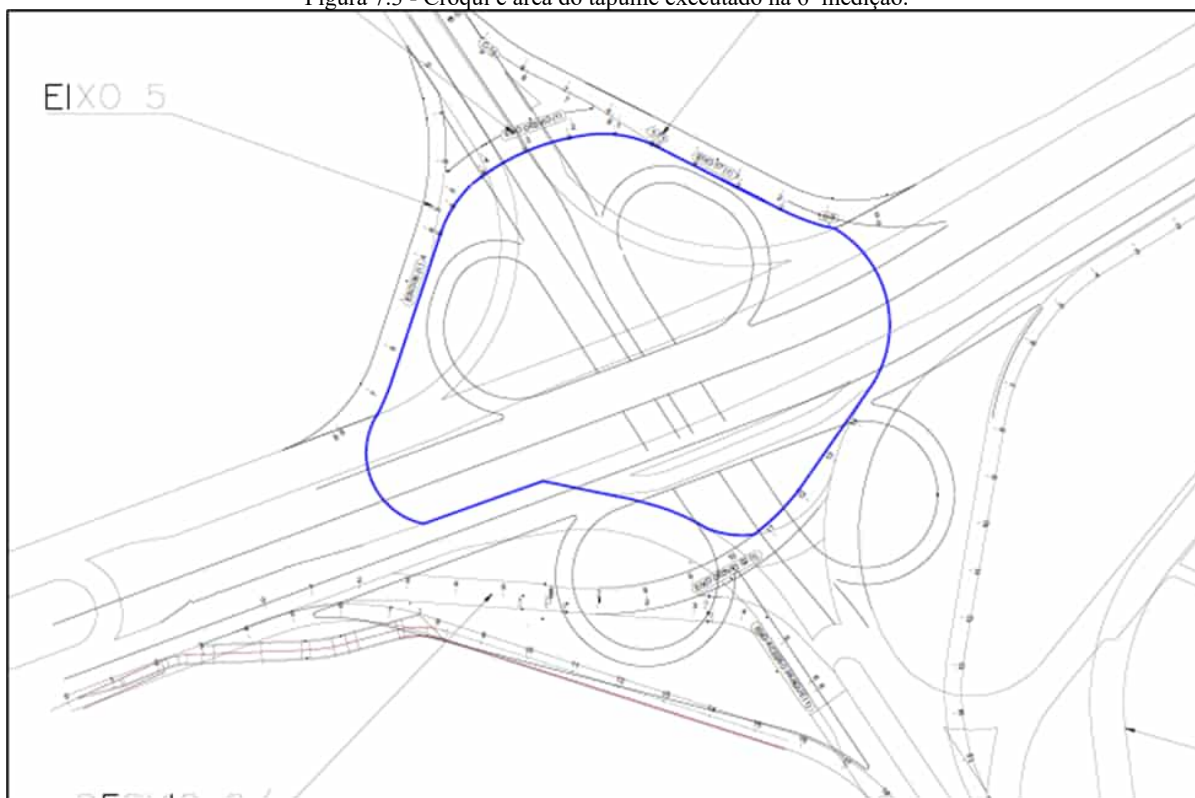
Fonte: SEI nº 76809187, p. 3.

De onde se observa que o perímetro da área a ser “fechada” pelo tapume para execução das OAE seria de 836,82 m. Tendo sido adotada a mesma premissa de uma altura média de 2 m para o tapume, estimou-se o quantitativo de 1.673,64 m² de área de tapume a ser acrescida (“Memória de Cálculo - Anexo 3”, SEI nº 76809192, p. 1 e 6). Para fins redacionais, doravante, tal área de fechamento para execução das OAE será denominada apenas de “canteiro central”.

Tendo sido aprovado o acréscimo, mediante a formalização do 1º termo aditivo, o quantitativo contratual para o item 16 da Curva ABC passou a ser de 2.005,01 m², a um preço final de R\$ 172.662,05, sendo que a totalidade do quantitativo acrescido foi medido logo na medição subsequente (6ª medição, referente ao período de 1º/1/2022 a 31/1/2022).


No entanto, o executante acostou o seguinte croqui para indicar a execução do tapume na 6ª medição:

Figura 7.3 - Croqui e área do tapume executado na 6ª medição.



(a) Croqui.

LEGENDA:

 TAPUME

TRECHO	Comprimento (m)	Altura Média (m)	Total (m2)
EIXO 05	174,09	2	348,18
EIXO 06	263,01	2	526,02
EIXO 07	211,58	2	423,16
EIXO 08	188,14	2	376,28
		Total	1673,64

(b) Legenda, perímetro e área.

Fonte: SEI nº 79461329, p. 12.

Comparando a Figura 7.2a, com a Figura 7.3a, observa-se que as áreas isoladas são distintas, sendo a primeira visivelmente superior à da segunda (note-se que na Figura 7.2a, a envoltória do tapume contornava a projeção de ambas as alças da OAE 8 e da OAE 9, já na



Figura 7.3a, a envoltória não englobou a projeção das alças da OAE 9). Não obstante, os perímetros e as áreas indicados para os tapumes (Figura 7.2b e Figura 7.3b) foram exatamente os mesmos, e conseqüentemente suas áreas.

Assim sendo, evidencia-se que foi executado um traçado para o fechamento do canteiro com perímetro inferior ao indicado no âmbito do aditivo financeiro, mas, para fins de medição, tal redução não fora considerada, resultando na medição indevida e a maior do quantitativo do item 16 da Curva ABC. Esclarece-se que tal divergência não foi identificada pela supervisora quando da análise dos serviços medidos na 6ª medição, que corroborou com o quantitativo indicado pelo executante:

2.2 CANTEIRO

• TAPUME COM TELA METÁLICA. AF_05/2018

Valor análise inicial: 1.673,64 M²

Valor após análise: 1.673,64 M²

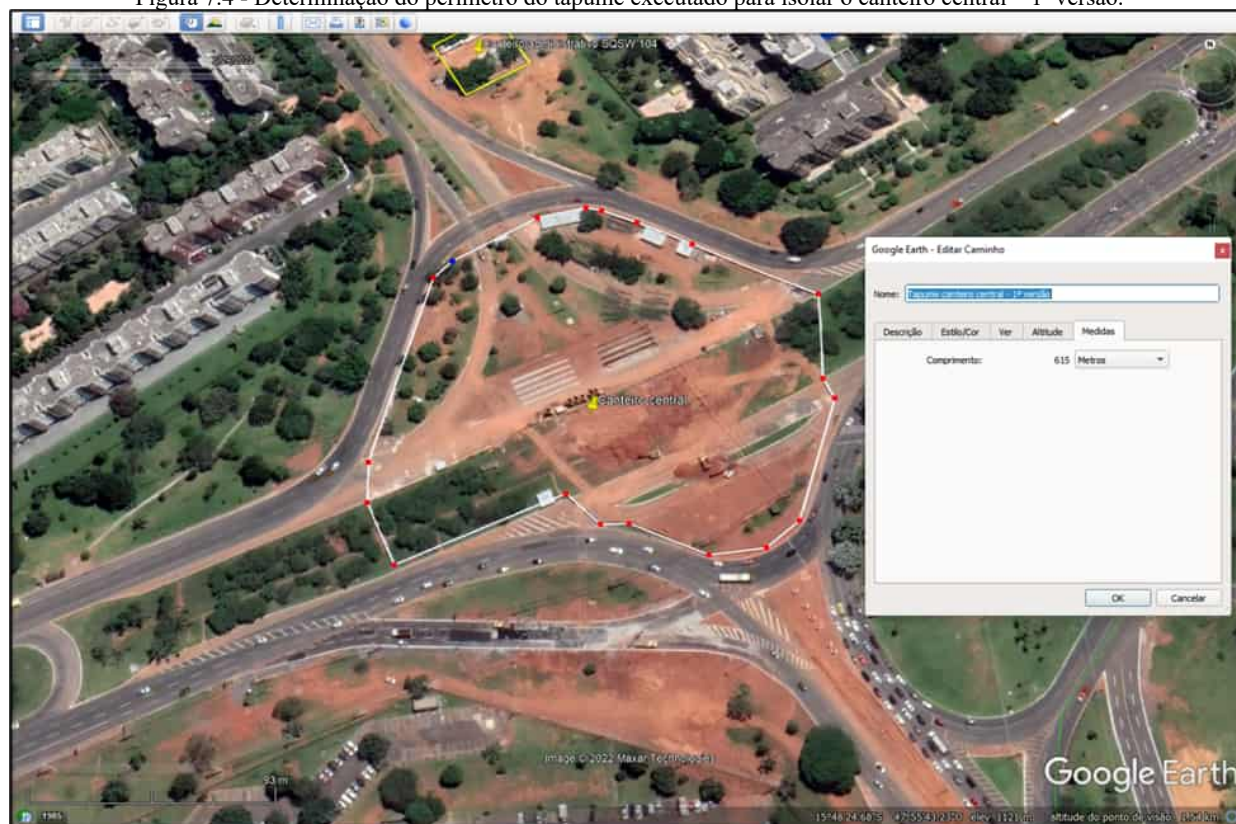
Comentário após análise inicial: Item OK!

Comentário após análise: Item OK!

Critério de análise: Conferência das notas de serviço e acompanhamento pela equipe da supervisão em obra assim como relatório (Relatório de Acompanhamento Técnico 710JB1-FA-21, de 7/2/2022, SEI nº 79457569, p. 6).

A fim de se apurar a real área de tapume executada, recorreu-se ao software “*Google Earth*”. A partir da imagem de satélite do local da obra, foi possível identificar o traçado do tapume executado, bem como foi possível, por meio de sua ferramenta de medição, determinar o real perímetro do tapume executado para isolar o canteiro central (Figura 7.4).

Figura 7.4 - Determinação do perímetro do tapume executado para isolar o canteiro central – 1ª versão.

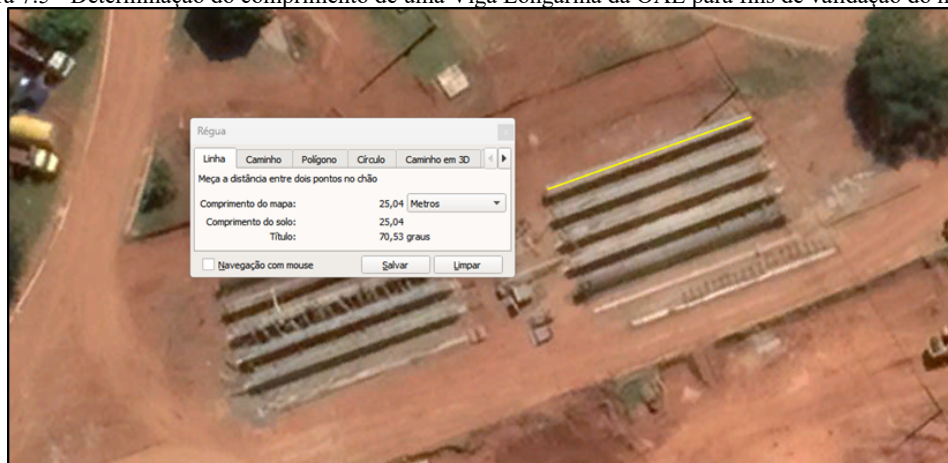


Fonte: *Google Earth*, imagem de satélite de 3/2022.

Assim sendo, identificou-se que o perímetro do tapume executado na 6ª medição para isolar o canteiro central foi de, aproximadamente, 615 m, valor significativamente inferior ao medido (perímetro de 836,82 m). Por sua vez, adotando a altura média de 2 m para o tapume, chegou-se ao quantitativo apurado aproximado de 1.230 m² de tapume, indicando que a medição de 1.673,64 m² de tapume foi indevida.

Apenas a título de validação da precisão da apuração do perímetro utilizando a ferramenta de medição do *Google Earth*, demonstra-se que o comprimento de uma Viga Longarina obtido a partir do *software* é de 25,04 m (linha amarela da Figura 7.5), sendo que o comprimento de projeto é de 25,00 m, ou seja, nota-se que a precisão está na ordem de centímetros.

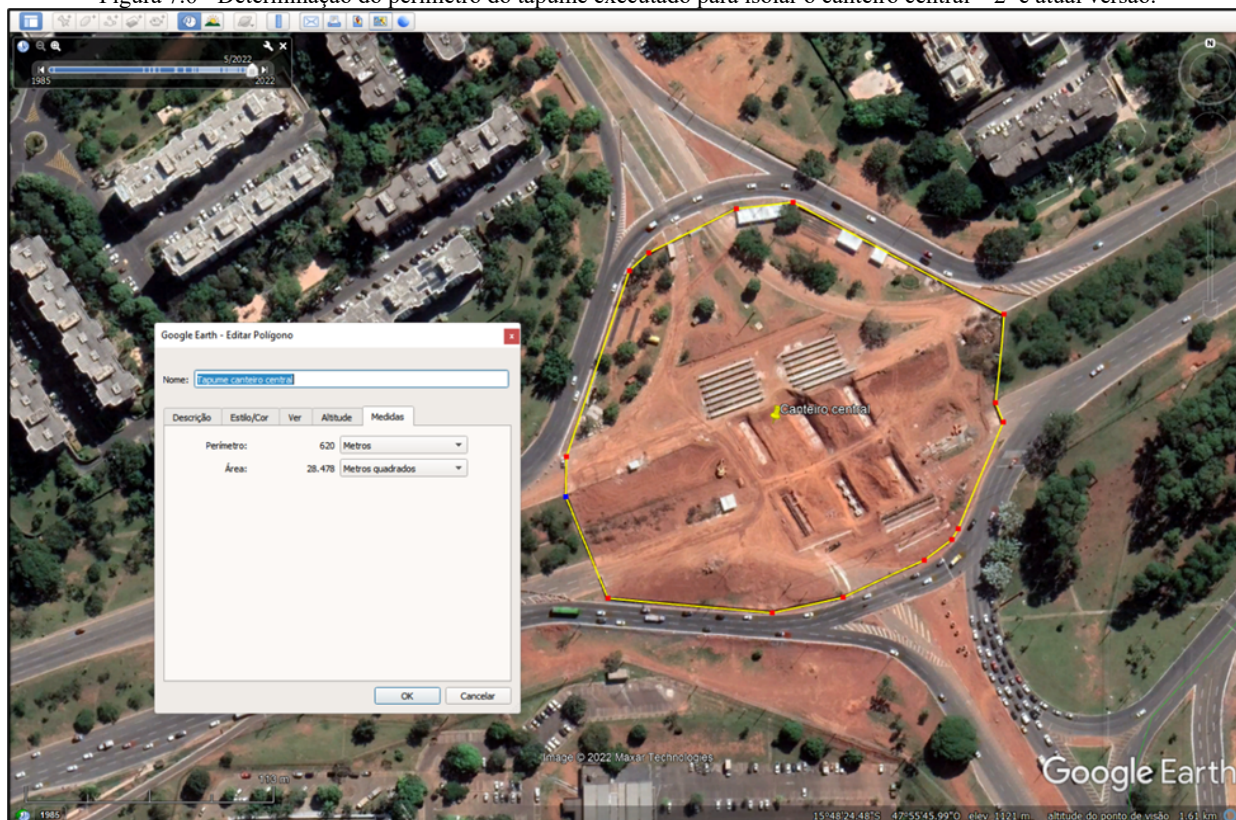
Figura 7.5 - Determinação do comprimento de uma Viga Longarina da OAE para fins de validação do método.



Fonte: *Google Earth*, imagem de satélite de 4/2022.

Cumpra salientar que ao longo do avanço da execução da obra, houve uma pequena alteração de traçado do canteiro central, que ocasionou um aumento no perímetro do tapume executado:

Figura 7.6 - Determinação do perímetro do tapume executado para isolar o canteiro central – 2ª e atual versão.

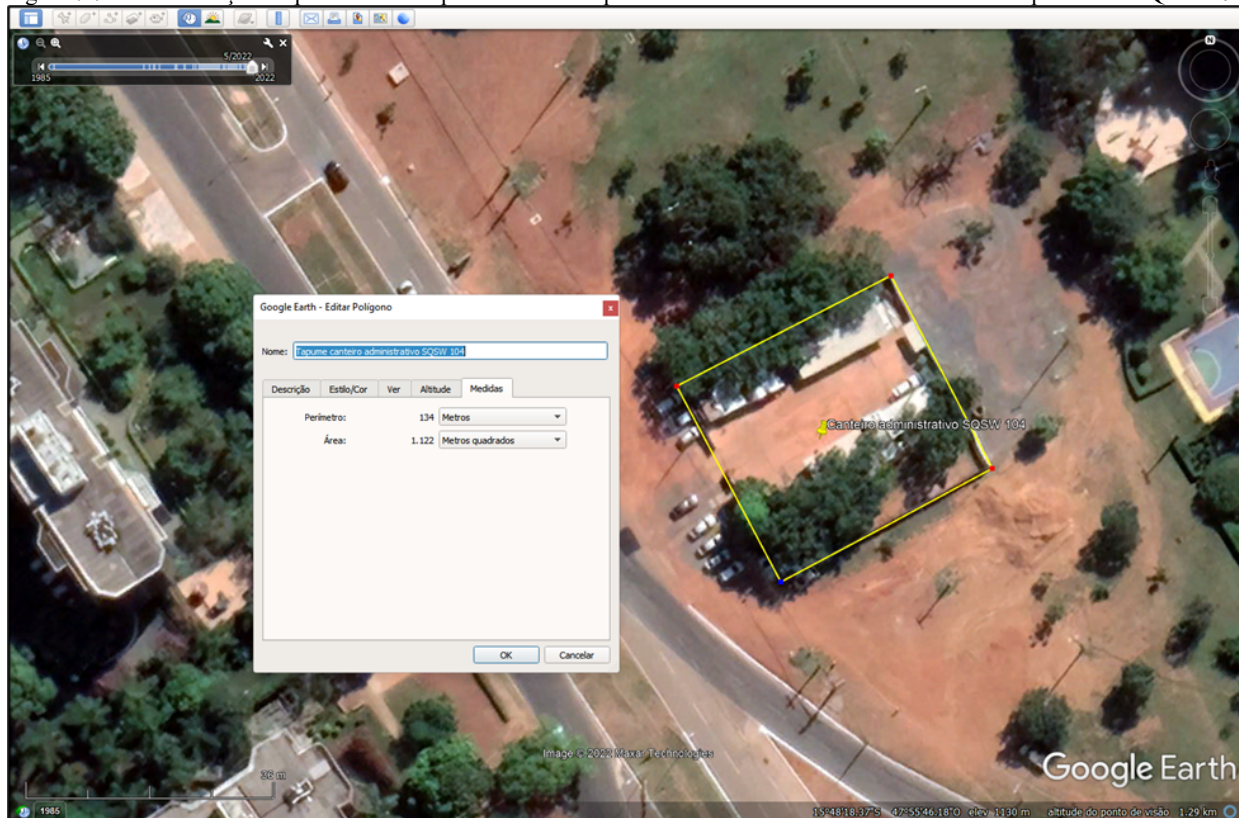


Fonte: *Google Earth*, imagem de satélite de 5/2022.

Nesse sentido, quando da apuração do superfaturamento por quantidade, adotou-se, de forma conservadora, o maior dos dois perímetros apurados para o canteiro central, que corresponde ao da sua segunda versão (Figura 7.6), com 620 m.

Ademais, tendo em vista a divergência entre as informações executadas e medidas do tapume do canteiro central, buscou-se confirmar o perímetro medido do tapume de fechamento do canteiro administrativo da SQSW 104, também a partir da ferramenta de medição do *Google Earth* (Figura 7.7), onde foi possível identificar que o perímetro real aproximado é de 134 m, e não de 165,70 m ($331,37 m^2 / 2 m$), conforme havia sido medido nas medições anteriores.

Figura 7.7 - Determinação do perímetro do tapume executado para isolar o canteiro administrativo situado próximo à SQSW 104.



Fonte: *Google Earth*, imagem de satélite de 5/2022.

A partir desse perímetro apurado, e considerando a altura média do tapume como sendo 2 m, obtém-se um quantitativo de 268 m² de tapume para o canteiro administrativo.

Consolidando o quantitativo apurado do tapume para o canteiro central – 2ª versão com o quantitativo apurado para o canteiro administrativo, obtém uma área, aproximada, de 1.508 m², indicando uma medição a maior do item 16 da Curva ABC na quantidade de 497,01



m^2 (2.005,01 m^2 - 1.508 m^2). Em termos financeiros, considerando que preço unitário contratual do item de serviço é de R\$ 86,12/ m^2 , isso corresponde a um superfaturamento por quantidade de **R\$ 42.800,17** (aproximadamente, 24,80% do total pago para o item).

Ainda, considerando a correlação da quantidade desse item de serviço com o item 2.2.4, “*REMOÇÃO DE TAPUME/CHAPAS METÁLICAS E DE MADEIRA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017*”, de código 97637 da tabela SINAPI, que foi incluído no contrato para remunerar a remoção do referido tapume ao final da obra, também é necessário que seja feito o devido ajuste de quantidade quando de sua medição.

Manifestação da unidade auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 30/5/2023, por meio do IAC nº 1/2023 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 113851991), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1778/2023 – SODF/GAB/ASSESP, de 28/8/2023 (SEI nº 121025462), encaminhou “*a manifestação das unidades técnicas desta Pasta*” consignada nos seguintes documentos:

- Despacho – SODF/AJL, de 28/8/2023 (SEI nº 120995635);
- Despacho – SODF/SUPOP/UNIORC, de 1º/8/2023 (SEI nº 118872532); e
- Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023 (SEI nº 119541803).

Especificamente acerca dos campos “*Fato*” e “*Causa*” da constatação de superfaturamento no serviço de instalação de tapume para isolamento do canteiro de obras, releva destacar o seguinte trecho da manifestação dos executores do contrato da SODF:

[...]

7.3. Em atenção ao referido achado por parte da CGDF, **esta fiscalização corrobora com todos os apontamentos apresentados, como também corrobora integralmente com o posicionamento da Coordenação de Análise e Conferência de Medições** em seu Relatório Técnico - SODF/SUAF/COACM (id. 114958805):

“[...]

Sobre o referido achado, **essa Coordenação verificou que, de fato, foi executado na obra um comprimento linear de tapume inferior ao comprimento linear aditivado no 1º Termo Aditivo do contrato.**

Não o bastante, **houve um equívoco no ato da medição** do item de tapume. Foi verificado que, **apesar do traçado do tapume ter sido inferior ao traçado aditivado, o Consórcio Viaduto EPIG mediu, para o menor traçado, o comprimento maior aditivado** e que tanto a fiscalização quanto essa Coordenação não constatou tal divergência.

Diante do exposto acima, **faz-se necessário glosar a diferença de quantidade medida**, uma vez que foi executada uma quantidade a menor da quantidade aditivada e medida.

Isso posto, **recomendamos a glosa integral do valor apurado pela CGDF, de R\$ 42.800,17** (quarenta e dois mil, e oitocentos reais e dezessete centavos) para os serviços de tapume.”



7.4. Isso posto, após conferência do relatório da CGDF e da COACM, **esta fiscalização glosou o montante de R\$ 42.800,17** (quarenta e dois mil, e oitocentos reais e dezessete centavos) **na 22ª medição do Contrato n.º. 20/2021 (id. 115312547).**

7.5. Diante de todo o exposto acima, segue manifestação desta fiscalização sobre as causas, consequências e recomendações a serem tomadas:

“Causa

Em 2022:

Falha da fiscalização quando da conferência das memórias de cálculo do serviço apresentadas pelo executante.

Fiscalização:

Após análises, verificamos que de fato houve falha no pagamento do referido serviço.

(Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 9/8/2023, SEI nº 119541803, grifo nosso)

Consoante registrado na manifestação da SODF, os executores do contrato, em concordância com os apontamentos da equipe de auditoria e com o posicionamento da Coordenação de Análise e Conferência de Medições – COACM, reconheceram o equívoco na medição do item de serviço de instalação do tapume, em que se mediu um quantitativo superior ao efetivamente executado.

A SODF justificou que o equívoco na medição decorreu da atuação do executante, que apresentou a medição com o quantitativo do serviço que havia sido informado no aditivo, porém, não identificou tempestivamente que o traçado do tapume executado na medição era de fato menor do que o que havia constado do pleito do aditivo.

Por fim, a fiscalização da SODF informou que procedeu à glosa integral do valor indicado pela equipe de auditoria referente ao serviço de instalação do tapume, no montante de R\$ 42.800,17, evidenciando a adoção da medida corretiva no âmbito da “22ª medição do Contrato (id. 115312547)”.

Assim sendo, considerando que a recomendação “R.20” do IAC trata, além da necessidade de glosa de R\$ R\$ 42.800,17 em decorrência do superfaturamento por quantidade identificado no item de serviço de instalação do tapume, também da necessidade de atenção quanto à correta medição do quantitativo do serviço de remoção do referido tapume, ela será mantida (porém, renumerada para “R.23”) neste relatório final para fins de monitoramento de seu pleno atendimento por esta CGDF.

Causa

Em 2022:

Falha da fiscalização quando da conferência das memórias de cálculo do serviço apresentadas pelo executante.



Consequência

Pagamento indevido no valor de **R\$ 42.800,17**, resultante da medição e pagamento de quantitativos superiores aos efetivamente executados.

Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

R.23) Proceder à glosa de **R\$ 42.800,17** nas próximas medições do Contrato nº 020/2021 – SODF em decorrência do superfaturamento por quantidade identificado no item de serviço “*TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018*”, código 98459 da tabela SINAPI, bem como atentar para a correta medição do quantitativo do serviço “*REMOÇÃO DE TAPUME/CHAPAS METÁLICAS E DE MADEIRA, DE FORMA MANUAL, SEM REAPROVEITAMENTO. AF_12/2017*”, de código 97637 da tabela SINAPI, dada a correlação do critério de medição.

4. CONCLUSÃO

Em face dos exames realizados e considerando as demais informações, as constatações foram classificadas conforme apresentado a seguir:

DIMENSÃO	SUBITEM	CLASSIFICAÇÃO
Execução do Contrato ou Termo de Parceria	3.1.1., 3.1.2., 3.1.3., 3.1.4., 3.1.5., 3.1.6. e 3.1.7.	Tipo C



5. ANEXOS

ANEXO I. AUTORIA E RESPONSABILIDADE TÉCNICA DO PROJETO EXECUTIVO DAS OAE 8 E 9

I.1. Projeto executivo original

Em decorrência do Contrato nº 013/2013 – SO, fruto da Concorrência nº 019/2012 – ASCAL/PRES/NOVACAP (que também está afeta à Tomada de Preços nº 050/2008 – ASCAL/PRES/NOVACAP e ao Contrato nº 249/2008 – SO), identificou-se que a firma projetista PRISMA CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA. (CNPJ 02.429.986/0001-45), líder do Consórcio TRANSOESTE, submeteu à Administração (à época, Secretaria de Obras – SO), um total de 34 pranchas de desenho datadas de **5/2014**, sendo 17 delas referente à OAE 8 e as outras 17, à OAE 9.

Tais pranchas foram acompanhadas de Relatórios Técnicos (Cadernos), contendo memorial de cálculo, considerações geotécnicas sobre as fundações e levantamento de quantitativos, inicialmente acostados às fls. 253/462, do Processo nº 110.000.238/2014[I.1].

A saber, o Processo nº 110.000.238/2014 tratava do primeiro processo licitatório visando a contratação para a execução das obras do Viaduto da EPIG, por meio do Edital de Concorrência nº 020/2014 – ASCAL/PRES, a qual veio a ser revogada pelos motivos brevemente expostos no Relatório Técnico SEI-GDF – SODF/SUPOP/COELOR (SEI nº 26972123).

Ocorre que, com o deslinde dos processos licitatórios ocorridos, anos depois, foi autuado o Processo SEI nº 00110-00002310/2019-01, para tratar da licitação e contratação das obras em tela. Assim, essa mesma documentação encontra-se nos Documentos SEI nºs 26969260 ou 26969403 e 38855502 ou 38855542.

A título de evidenciação, serão elencados na Tabela 18 apenas os documentos técnicos do projeto executivo licitado referente à OAE 8 em suas versões assinadas nos autos do Processo nº 110.000.238/2014, tendo em vista que os elementos técnicos da OAE 9 são muito similares.



Tabela I.1 – Relação de documentos técnicos do projeto executivo licitado da OAE 8.

Folha	Documento Técnico	Discriminação	Código	Versão	Data	Protocolo
01/17	Prancha de desenho	- IMPLANTAÇÃO	DE 0935 OAE-08 001	Rev. 3	5/2014	Fl. 341, do Processo 110.000.238/2014
02/17	Prancha de desenho	- LOCAÇÃO DA FUNDAÇÃO	DE 0935 OAE-08 002	Rev. 3	5/2014	Fl. 342, do Processo 110.000.238/2014
03/17	Prancha de desenho	- FÔRMA DO ENCONTRO 1	DE 0935 OAE-08 003	Rev. 3	5/2014	Fl. 343, do Processo 110.000.238/2014
04/17	Prancha de desenho	- FÔRMA DO ENCONTRO 2	DE 0935 OAE-08 004	Rev. 3	5/2014	Fl. 344, do Processo 110.000.238/2014
05/17	Prancha de desenho	- FÔRMA DA TRAVESSA E PILARES	DE 0935 OAE-08 005	Rev. 3	5/2014	Fl. 345, do Processo 110.000.238/2014
06/17	Prancha de desenho	- FÔRMA DA SUPERESTRUTURA	DE 0935 OAE-08 006	Rev. 3	5/2014	Fl. 346, do Processo 110.000.238/2014
07/17	Prancha de desenho	- ARMAÇÃO DOS ESTACÕES	DE 0935 OAE-08 007	Rev. 3	5/2014	Fl. 347, do Processo 110.000.238/2014
08/17	Prancha de desenho	- ARMAÇÃO DO ENCONTRO 1	DE 0935 OAE-08 008	Rev. 3	5/2014	Fl. 348, do Processo 110.000.238/2014
09/17	Prancha de desenho	- ARMAÇÃO DO ENCONTRO 2	DE 0935 OAE-08 009	Rev. 3	5/2014	Fl. 349, do Processo 110.000.238/2014
10/17	Prancha de desenho	- ARMADURA DOS BLOCOS, PILARES E VIGA DE TRAVAMENTO	DE 0935 OAE-08 010	Rev. 3	5/2014	Fl. 350, do Processo 110.000.238/2014
11/17	Prancha de desenho	- ARMADURA DA VIGA TRAVESSA	DE 0935 OAE-08 011	Rev. 3	5/2014	Fl. 351, do Processo 110.000.238/2014
12/17	Prancha de desenho	- ARMADURA DAS LAJES E TRANSVERSINAS	DE 0935 OAE-08 012	Rev. 3	5/2014	Fl. 352, do Processo 110.000.238/2014
13/17	Prancha de desenho	- ARMADURA ATIVA [1.2] DAS LONGARINAS	DE 0935 OAE-08 013	Rev. 3	5/2014	Fl. 353, do Processo 110.000.238/2014
14/17	Prancha de desenho	- ARMADURA PASSIVA DAS LONGARINAS	DE 0935 OAE-08 014	Rev. 3	5/2014	Fl. 354, do Processo 110.000.238/2014
15/17	Prancha de desenho	- ARMADURA PASSIVA DAS LONGARINAS DETALHES DAS CABEÇAS	DE 0935 OAE-08 015	Rev. 3	5/2014	Fl. 355, do Processo 110.000.238/2014



Folha	Documento Técnico	Discriminação	Código	Versão	Data	Protocolo
16/17	Prancha de desenho	- ARMADURAS DAS PLACAS PRÉ-MOLDADAS DOS GUARDA-RODAS	DE 0935 OAE-08 016	Rev. 3	5/2014	Fl. 356, do Processo 110.000.238/2014
17/17	Prancha de desenho	- ARMADURA DAS LAJES DE APROXIMAÇÃO E ALAS	DE 0935 OAE-08 017	Rev. 3	5/2014	Fl. 357, do Processo 110.000.238/2014
-	Caderno Técnico	- MEMÓRIA DE CÁLCULO - CONSIDERAÇÕES GEOTÉCNICAS SOBRE AS FUNDAÇÕES - QUANTITATIVOS	-	-	6/2014	Fl. 253/340, do Processo 110.000.238/2014

À época, não apenas o projeto executivo das OAE, como também os projetos executivos de urbanismo, geometria, terraplenagem, pavimentação, drenagem pluvial e sinalização, estiveram sob responsabilidade técnica de engenheiro civil da PRISMA CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA., mediante o registro da ART 22844/08 (SEI nº 26969908), complementada pela ART 0720140003200 (fl. 847, do Processo nº 110.000.238/2014). Tanto é assim que, especificamente nos carimbos das supracitadas pranchas de desenho, está disposto o nome do Profissional no campo “*PROJETO*”.

Entretanto, nos mesmos carimbos, há a referência de que o “*CÁLCULO*” das estruturas dos viadutos, isto é, a autoria pela elaboração (concepção, análise, dimensionamento e detalhamento estruturais) das OAE, pertence a outro profissional (doravante denominado projetista original), apesar de o eng. civil da PRISMA estar anotado como responsável técnico pelo projeto executivo das OAE.

I.2. Projeto executivo readequado em fase de obra

Com a superveniência da Decisão nº 3386/2019, do Tribunal de Contas do Distrito Federal – TCDF, foi determinado à NOVACAP e à SODF que obtivessem o pronunciamento do engenheiro responsável pela elaboração dos projetos de urbanismo, geometria, terraplanagem, pavimentação, drenagem pluvial, OAE e sinalização, no tocante à manutenção da adequação das premissas inicialmente adotadas, diante do lapso temporal entre a sua elaboração e a licitação da obra (balizada, à época, pela Concorrência nº 001/2019 – ASCAL/PRES).

Com isso, especificamente no que concerne ao projeto executivo das OAE, o eng. civil da PRISMA teceu as seguintes considerações:



Os Projetos dos Viadutos foram elaborados com base nas diversas Normas Técnicas vigentes na época do desenvolvimento do Contrato e foram apresentadas nas memórias de cálculo de cada Viaduto.

Será necessário atualizar e revisar os projetos e memória de cálculo estrutural em conformidade com a revisão da Norma 7187/2013. Um estudo realizado sobre a alteração desta norma pela Universidade Federal do Rio de Janeiro observou que o impacto é mais perceptível quanto maior o vão do projeto estrutural. Como os viadutos em referência apresentam vãos na ordem de 25,00m, a projetista estima que as alturas e geometrias apresentadas em projeto (forma) poderão permanecer as mesmas. De qualquer forma, **todo o cálculo deverá ser refeito inclusive os cálculos de fundações, visto a atualização da referida norma.** (Carta CT 021/2019, de 22/10/2019, SEI nº 31164635, grifo nosso)

Por essa razão, o TR-SODF/109 previu:

9. ESCOPO DOS SERVIÇOS

9.1 BREVE DESCRIÇÃO DO PROJETO

[...]

Faz-se necessária a readequação estrutural do projeto dos viadutos propostos, para a verificação de todos os elementos estruturais, em conformidade às normas atualmente vigentes, as quais são diferentes das vigentes na época da elaboração dos projetos.

9.2. OAE (Viadutos 08 e 09)

A readequação do Projeto executivo das OAE's deverá incluir a verificação estrutural dos demais elementos estruturais componentes do viaduto (vigas, mesoestrutura e infraestrutura), a fim de ratificar a capacidade deles de suportar as ações [2.29] de projeto previstas. (Termo de Referência – SODF/SUPOP, TR-SODF/109, SEI nº 51409913, grifo nosso)

Nesse sentido é que o orçamento base da licitação consignou um montante previsto de R\$ 56.673,77 para a aludida “*readequação*” (SEI nº 50505294, p. 12).

1.2.1. Subcontratação para readequação de projeto

Assim, diante desse panorama, o CONSÓRCIO VIADUTO EPIG **subcontratou** outro profissional da PLANO PROJETO E CONSULTORIA LTDA-ME (CNPJ 05.586.872/0001-05), o qual expediu a ART nº 1020220111902 (SEI nº 86613974, p. 2) referente a essa “*readequação estrutural do projeto dos viadutos*”, ao valor de R\$ 32.000,00, nos termos da ART.

Como resultado da prestação dos serviços técnicos profissionais especializados do projetista revisor, a equipe de auditoria verificou que o CONSÓRCIO VIADUTO EPIG encaminhou à SODF três expedientes contendo as versões do projeto executivo das OAE, quais foram:



- Carta CE 055-2021, de 4/10/2021 (SEI nº 71392891);
- Carta CE 061-2021, de 13/10/2021 (SEI nº 71998554); e
- Carta CE 127-2022, de 25/2/2022 (SEI nº 81040719).

Não se buscou compreender os motivos determinantes para ter havido a remessa de três expedientes, ainda que a equipe de auditoria tenha reparado ter havido alterações nos documentos técnicos entregues além das elencadas na Carta CE 127-2022.

Do ponto de vista dos direitos de autoria, não se sabe se houve algum tipo de comunicação entre os projetistas original e revisor durante a etapa de readequação do projeto de estruturas em fase de obras. Inobstante, esse contexto fático objetiva apenas situar o leitor acerca da autoria e responsabilidade técnica pelo projeto executivo das OAE 8 e 9, vez que envolveu a prestação de serviços técnicos especializados de diversos profissionais em épocas distintas.

1.2.2. Supervisão técnica

Destaca-se que o projeto executivo readequado em fase de obra foi objeto de avaliação por parte da supervisora, que expediu o relatório de análise e aprovação do projeto executivo readequado em fase de obra, encaminhado pela Carta CA.062-DF/21, de 19/11/2021 (SEI nº 74507370):

3 ANÁLISE

[...]

3.2 Procedimento

Esse material foi analisado da seguinte forma: inicialmente verificou-se o atendimento a uma análise anterior a qual elaborou um *checklist* com diversos pontos a serem revisados. A partir da constatação que o projeto atendia a análise anterior, iniciou-se uma verificação do projeto com a finalidade de detectar algum ponto ainda pendente, seja no atendimento as normas técnicas ou detalhamento de algum elemento estrutural.

Foi consultada a memória de cálculo a fim de seguir a sequência de cálculo e confrontar com os desenhos, verificando os cálculos para o dimensionamento dos elementos principais tais como lajes, vigas e pilares. Posteriormente foram analisados os dimensionamentos em função do modelo estrutural adotado e conferido o detalhamento em relação aos valores apresentados.

Os desenhos foram verificados em função do partido estrutural e conferido o detalhamento de cada peça pertencente a OAE, sempre consultando a memória de cálculo sobre os valores das armações.

[...]

4 CONCLUSÃO

Os projetos executivos dos viadutos da EPIG, OAE-08 e OAE-09, no que se refere a estabilidade estrutural e ao atendimento às normas técnicas vigentes de estruturas e Obras de Arte Especiais estão em concordância com o entendimento desta supervisora. (“*RELATÓRIO DA ANÁLISE OAE VIADUTO EPIG*”, de 11/2021, SEI nº 74507599)



ANEXO II. ELEMENTOS DE CONCRETO ESTRUTURAL

II.1. O concreto estrutural

É sabido que o concreto é um material de construção composto de uma mistura formada por cimento, água e agregados minerais. Após endurecido, apresenta as características de boa resistência à compressão, baixa resistência à tração e comportamento frágil (ruptura com pequenas deformações) (PINHEIRO, 2007).

Tecnicamente, a NBR 12655 da ABNT, designa de concreto de cimento Portland o material formado pela mistura homogênea de cimento, agregados miúdo e graúdo e água, com ou sem a incorporação de componentes minoritários (aditivos químicos, pigmentos, metacaulim, sílica ativa e outros materiais pozolânicos), que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento e água)[II.1].

As etapas de preparo do concreto são as seguintes[II.2]:

1. Caracterização dos materiais componentes do concreto;
2. Estudo de dosagem do concreto, que corresponde ao conjunto de procedimentos necessários à obtenção do traço (composição) do concreto para atendimento dos requisitos especificados pelo projeto estrutural e pelas condições da obra[II.3], isto é, fazer com que o concreto fabricado tenha a resistência à compressão especificada e mantenha a trabalhabilidade adequada à moldagem das peças estruturais (FUSCO, 2008, p. 68);
3. Ajuste e comprovação do traço de concreto, que é representado pelas quantidades expressas, em massa ou volume, dos vários componentes do concreto[II.4]; e
4. Elaboração do concreto, abrangendo as operações iniciadas com o recebimento e o armazenamento dos materiais, sua medida e mistura, bem como a verificação das quantidades utilizadas desses materiais, objetivando comprovar que a proporção dos materiais atende ao traço especificado[II.5].

Segundo Helene e Andrade (2007, p. 928/929), o material de construção concreto, possui duas fases distintas. A primeira delas, denominada de concreto fresco, abrange um período de tempo muito curto (da ordem de 1h a 5h), destinada à operação de concretagem, formada pela mistura, transporte, lançamento[2.24] e adensamento[2.26] do material. A segunda fase, denominada de concreto endurecido, inicia-se com a hidratação do cimento (pega) e consequente endurecimento do concreto, estendendo-se por toda a vida útil da estrutura. Ou seja,



o concreto fresco é aquele que está completamente misturado e que ainda se encontra no estado plástico, capaz de ser adensado por um método escolhido. Já o concreto endurecido é aquele que se encontra no estado sólido e que desenvolveu resistência mecânica.[II.6]

O concreto endurecido, se for utilizado para fins estruturais, isto é, se for autoportante, passa a ser denominado de concreto estrutural[II.7], cujo termo também se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural[II.8]. Nota-se, portanto, que o concreto estrutural é gênero que possui espécies.

Em geral, devido à sua baixa resistência à tração, nos elementos estruturais, é necessário o emprego de barras, fios ou cordoalhas de aço, denominados de “armadura”, com a finalidade de absorver os esforços de tração, cisalhamento e, por vezes, compressão.

Desse modo, a depender da existência ou não de armaduras, bem como do tipo e quantidade de armadura empregada, o concreto estrutural será simples, armado ou protendido.

Os elementos de concreto simples estrutural são elementos elaborados com concreto que não possuem qualquer tipo de armadura, ou que a possuem em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado[II.9]. A seu turno, elementos de concreto armado são aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre o concreto e a armadura, e nos quais não se aplicam alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência[II.10]. Por fim, elementos de concreto protendido são aqueles nos quais parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais de protensão, com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a ssuração e os deslocamentos (deformações) da estrutura, bem como propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado limite último – ELU[II.11].

Portanto, se forem empregadas armaduras passivas[II.12], o concreto estrutural recebe o nome de concreto “armado”, enquanto que, se forem dispostas armaduras ativas[II.13], concreto “protendido”.

II.2. O aço como armadura

Por sua vez, como o produto “aço” obtido das aciarias apresenta características indesejáveis para fins estruturais, para que possa ser utilizado no concreto estrutural, ele precisa sofrer modificações por meio de dois tratamentos possíveis: a quente e a frio (PINHEIRO, 2007). Dessa forma, em relação às armaduras passivas, também denominadas de vergalhões, classificam-se como barras[II.14] os produtos de diâmetro nominal 6,3 *mm* ou superior, obtidos

exclusivamente por laminação a quente sem processo posterior de deformação mecânica. Por outro lado, classificam-se como fios aqueles de diâmetro nominal 10,0 mm ou inferior, obtidos a partir de fio-máquina por trelição ou laminação a frio[II.15].

Do ponto de vista da categorização dos vergalhões, utiliza-se o prefixo “CA” como meio de indicar que se destinam às estruturas de “concreto armado”, acrescido do valor característico da resistência (tensão) de escoamento (f_{yk}) expresso em kN/cm^2 . Logo, as barras de aço serão classificadas nas categorias CA-25 e CA-50, possuindo respectivamente $f_{yk} = 250 MPa$ e $f_{yk} = 500 MPa$, enquanto que os fios de aço na categoria CA-60, isto é, $f_{yk} = 600 MPa$ [II.16].

Diante disso, é possível estabelecer o seguinte quadro de bitolas-padrão para comércio:

Tabela 19 – Bitolas padronizadas pela NBR 7480 da ABNT.

Barras (CA-25 e CA-50)												
Ø 5,0	Ø 6,3	Ø 8,0	Ø 10,0	Ø 12,5	Ø 16,0	Ø 20,0	Ø 22,0	Ø 25,0	Ø 32,0	Ø 40,0	-	
Fios (CA-60)												
Ø 2,4	Ø 3,4	Ø 3,8	Ø 4,2	Ø 4,6	Ø 5,0	Ø 5,5	Ø 6,0	Ø 6,4	Ø 7,0	Ø 8,0	Ø 9,5	Ø 10,0

Fonte: Tabelas B.1 e B.2, ambas da NBR 7480:2007 da ABNT.

Segundo Fusco (1995, p. 5), a escolha do tipo de aço decorre de condições econômicas, particularmente de disponibilidade de mercado. Usualmente, nas obras correntes, o aço CA-50 é a primeira alternativa escolhida entre os projetistas.

II.3. Comportamento básico

Para uma breve explanação do comportamento conjunto dos materiais constitutivos do concreto estrutural, são válidas as lições de Fusco (1976a e 1995).

É sabido que o concreto estrutural simples possui baixa resistência à tração (f_{ct}), motivo pelo qual, nas aplicações estruturais correntes, ele deve ser associado a materiais de alta resistência aos esforços internos de tração: as armaduras de aço.

No geral, as armaduras dos elementos de concreto armado cumprem simultaneamente diferentes finalidades. Em princípio, as armaduras devem ser dispostas de modo a poderem absorver eficientemente os esforços de tração. Entretanto, elas também podem ser utilizadas como armaduras de compressão, vez que absorverão esforços de compressão.

A solidariedade (aderência) entre a armadura e o concreto é o que caracteriza a existência do concreto armado. Logo, para que os dois materiais trabalhem solidariamente, é imperioso que não haja escorregamento relativo entre ambos.

Diante desse panorama, são definidos dois comportamentos particulares dos elementos de concreto estrutural, convencionalmente designados de Estádio I e Estádio II, sendo que existe ainda a consideração do chamado Estádio III, apesar de não corresponder propriamente a um novo comportamento.[II.17]

Quando os elementos de concreto estrutural são submetidos a ações[2.29] de intensidade crescente, chega-se a um determinado nível de sollicitação, a partir do qual se inicia um processo de fissuração[2.72] das peças.

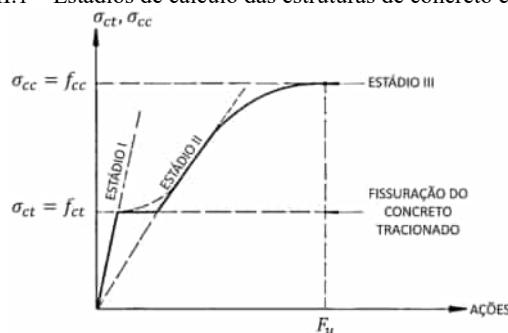
Enquanto as sollicitações não ultrapassarem esse limite de fissuração, o concreto mantém a sua integridade (não apresenta fissuras) mesmo sendo tracionado. Diz-se, nesse caso, que o concreto estrutural está no Estádio I, apresentando comportamento linear (usualmente designado de comportamento elástico).

Acontece que, quando ocorre a fissuração da peça, o elemento passa para o Estádio II e a sua integridade requer a presença de armaduras de aço, visto que elas é que absorverão os esforços na região tracionada, que não mais podem ser resistidos pelo concreto já fissurado. Nessa situação, a tensão de tração atuante (σ_{ct}) se iguala à resistência à tração do concreto (f_{ct}). Ademais, no Estádio II é admitida a linearidade física do aço e do concreto na região comprimida, considerando-se a região tracionada do concreto como totalmente fissurada.

Por fim, como destacado, além dos Estádios I e II, também é usual a consideração do Estádio III, que corresponde apenas ao estado de ruptura da região comprimida do concreto quando o elemento é submetido à carga última (F_u). Nesse caso, é atingido o estado limite último – ELU, vez que a tensão de compressão atuante na região comprimida (σ_{cc}) se iguala à resistência à compressão do concreto (f_{cc}). Ou seja, o Estádio III está relacionado ao colapso ou a qualquer outra forma de ruína estrutural que determine a paralisação do uso da estrutura[II.18].

A seguir, ilustra-se o comportamento do concreto estrutural supracitado:

Figura II.1 – Estádios de cálculo das estruturas de concreto estrutural.



Fonte: Adaptado de Fusco (1976a, p. 126).



ANEXO III. CONTROLE DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

III.1. Qualidade no contexto contratual das obras públicas

É sabido que a definição clássica de qualidade é “*adequação ao uso*” (JURAN, 1981). Outras definições possíveis são “*conformidade aos requisitos*” (DEMING, 1982) e “*características do produto ou serviço que satisfazem às necessidades do usuário e geram satisfação*” (ISHIKAWA, 1986) (*apud* HELENE e TERZIAN, 1992, p. 27).

Esta última definição é, em certa medida, a descrita na Norma DNIT 011/2004 – PRO, que trata da gestão da qualidade em obras rodoviárias. Segundo ela, qualidade é a totalidade de propriedades e características de um produto[III.1], que determina o grau de sua capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas do usuário. Dentro do contexto contratual, essas necessidades devem ser especificadas pelo contratante[III.2].

Só que para que a qualidade seja alcançada, é preciso haver controle. À luz da NBR ISO/IEC 17000 da ABNT, esse controle pode ser visto como uma atividade de avaliação de conformidade, isto é, a demonstração de que os requisitos especificados são atendidos[III.3].

Assim, o controle da qualidade pode ser entendido como o conjunto de técnicas e atividades operacionais usadas para atender aos requisitos para a qualidade[III.4], isto é, as necessidades ou expectativas expressas em documentos normativos[III.5] que visam a qualidade. Tanto é que, no contexto das atividades profissionais do Sistema CONFEA/CREA[III.6], controle de qualidade é definido como a atividade de fiscalização exercida sobre o processo produtivo visando garantir a obediência a normas e padrões previamente estabelecidos[III.7].

Na indústria da construção civil[III.8], o processo de produção pode ser decomposto em quatro etapas: a) planejamento, b) projeto, c) fabricação de materiais, componentes e equipamentos e d) execução. Posteriormente, segue-se a etapa de uso, em que estão envolvidas as atividades de operação e de manutenção dos produtos gerados (GARCÍA MESEGUER, 1983 *apud* PAULO e TERZIAN, 1992, p. 32). E, ao considerar os intervenientes em obras e serviços de engenharia previstos na NBR 5671 da ABNT, é possível estabelecer simplificadamente o seguinte fluxograma:

Figura III.1 – Etapas do processo de produção e de uso na construção civil.



Fonte: Adaptado de Helene e Terzian (1992, p. 32).

Dado que o nível de satisfação das necessidades dos usuários proporcionado pela obra de construção dependerá, em larga medida, da qualidade obtida em todas as etapas do processo da Figura III.1, é preciso que o controle de qualidade na construção civil consista em duplo mecanismo de controle: controle de produção e controle de recebimento (ou aceitação) (HELENE e TERZIAN, 1992).

O controle de produção é um tipo de controle interno exercido por quem gera produtos em uma das quatro etapas do processo de produção da Figura III.1. Já o controle de recebimento é uma espécie de controle externo exercido por quem fiscaliza e aceita os produtos e os serviços executados, normalmente ocorrente no instante da passagem de uma atividade a outra ou de uma etapa a outra. (HELENE e TERZIAN, 1992) Essa aceitação, enquanto ato de receber material, bem ou serviço, só pode ocorrer quando satisfeitas as condições (requisitos) exigidas em norma (especificação, procedimento), licitação, projeto ou contrato (BRASIL, 1997a).

Acerca do controle de recebimento (aceitação) de materiais, Fusco (1976a, p. 177) especifica que ele é exercido sobre “*um certo lote de produto*”. E, segundo a Norma DNIT 011 /2004 – PRO, existem dois resultados possíveis: conformidade ou não conformidade. Conformidade é quando ocorre o atendimento dos requisitos especificados. Inversamente, não conformidade é quando esses requisitos não são atendidos.[III.9] Em havendo não conformidades, devem ser adotadas ações corretivas sobre o item ou o serviço que apresenta uma não conformidade, de modo a resolvê-la[III.10], bem como eliminar as suas causas e prevenir a sua repetição (BRASIL, 1997a).

No caso do objeto da auditoria, que é uma obra pública rodoviária, os usuários serão os cidadãos que trafegarão na EPIG e nas vias de acesso ao Parque da Cidade e à Avenida



das Jaqueiras do Setor Sudoeste, cujas necessidades (de infraestrutura) estão consignadas nos instrumentos editalícios e contratuais pela Administração (contratante).

Portanto, nessa tipologia de obra, de acordo com a Norma DNIT 011/2004 – PRO, o controle da qualidade deve compreender atividades simultâneas à execução dos serviços de produção do empreendimento, aplicando técnicas operacionais que se destinam a monitorar todo o processo em todas as etapas do ciclo da qualidade da obra. Além disso, ele deve ser exercido em materiais, equipamentos, demais insumos e produto final, por meio da verificação do atendimento aos requisitos especificados de controle tecnológico e de controle geométrico nas diversas fases da obra, detectando e identificando produtos não conformes, e eliminando causas de desempenho insatisfatório.[III.11]

III.2. Previsões legal, editalícias e contratuais quanto ao controle de qualidade

A Lei Federal nº 8.666/1993, na seção que trata da execução dos contratos, salienta que:

Art. 75. Salvo disposições em contrário constantes do edital, do convite ou de ato normativo, **os ensaios, testes e demais provas exigidos por normas técnicas oficiais para a boa execução do objeto do contrato correm por conta do contratado.** (grifo nosso)

Previsão essa que também foi estatuída com o advento da Nova Lei de Licitações e Contratações Administrativas (Lei Federal nº 14.133/2021), todavia, disposta no capítulo referente ao recebimento do objeto do contrato, nestes termos:

Art. 140. [...]

[...]

§ 4º Salvo disposição em contrário constante do edital ou de ato normativo, **os ensaios, os testes e as demais provas para aferição da boa execução do objeto do contrato exigidos por normas técnicas oficiais correrão por conta do contratado.** (grifo nosso)

Ainda no tocante ao recebimento de obras e serviços de engenharia[III.12], Bonatto (2018, p. 511) leciona que “*se forem necessários, devem ser feitos testes e ensaios para apurar se a obra está em perfeita condições de uso*”. Nesse sentido, cita o Acórdão nº 328/2013 – TCU /Plenário, segundo o qual “*é preciso também estabelecer diretrizes claras para o recebimento dessas obras, contemplando a realização dos ensaios necessários, de modo a aferir a qualidade dos serviços executados*”.

A seu turno, o Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP, desde os idos de 2009, já reconhecia expressamente que os “*ensaios tecnológicos*” podiam ser



enquadrados como serviços de engenharia, porquanto necessitam da participação e do acompanhamento de profissional habilitado, nos termos da Lei Federal nº 5.194/1966[III.13].

No mesmo diapasão, a Lei Federal nº 14.133/2021 erigiu expressamente que os controles de qualidade e tecnológico, as análises, os testes e os ensaios de campo e laboratoriais são serviços técnicos especializados de natureza predominantemente intelectual, *in verbis*:

Art. 6º Para os fins desta Lei, consideram-se:

[...]

XVIII - **serviços técnicos especializados de natureza predominantemente intelectual** : aqueles realizados em trabalhos relativos a:

[...]

h) **controles de qualidade e tecnológico, análises, testes e ensaios de campo e laboratoriais**, instrumentação e monitoramento de parâmetros específicos de obras e do meio ambiente e demais serviços de engenharia que se enquadrem na definição deste inciso; (grifo nosso)

Ou seja, é possível concluir que, do ponto de vista legal, como a finalidade dos ensaios, testes e demais provas é a “*aferição da boa execução do objeto do contrato*” (sobretudo quando do recebimento da obra), razão pela qual a exigência de sua realização está balizada em “*normas técnicas oficiais*”, é absolutamente pertinente que as normas da ABNT e do DNIT, por exemplo, sejam adotadas como critérios de auditoria para avaliação dos controles de qualidade e tecnológico realizados, consoante já defendido na introdução.

Além disso, percebe-se que a **regra** consiste em o particular (contratado) arcar com os custos inerentes aos ensaios tecnológicos, cuja exceção somente caberia se a própria Administração dispusesse contrariamente no instrumento convocatório ou em algum ato normativo. Esse é o entendimento de Justen Filho (2019, p. 1397):

1) Responsabilidade pelos custos do controle de qualidade

Os custos atinentes a controle de qualidade são de responsabilidade do particular. Mesmo quando caiba à Administração escolher os testes que serão realizados ou a instituição que os promoverá, o particular arcará com o custo respectivo. A regra justifica-se inclusive por circunstância prática. Se coubesse à Administração desembolsar tais valores, acabaria ocorrendo uma inviabilidade de sua efetivação. A Administração dependeria da liberação orçamentária de verbas. A carência, temporária ou permanente, de recursos para tais exames poderia constituir obstáculo ao controle de qualidade.

A regra é supletiva. Poderá ser afastada pela Administração, se assim reputar mais adequado. (grifo nosso)

No contexto do objeto auditado, vê-se que o TR-SODF/109 previu, não apenas ser responsabilidade da contratada incorrer nos custos com o controle de qualidade, como também que os ensaios e testes fossem procedidos “*por empresas especializadas*”, veja-se:



13. RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES

[...]

13.2. DA CONTRATADA

[...]

A CONTRATADA obriga-se a executar as obras e serviços obedecendo, integral e rigorosamente, no que for pertinente, às respectivas normas da ABNT, os projetos, ensaios, testes, detalhes, normas, memoriais, planilhas de orçamento, cronograma físico-financeiro e especificações e demais documentos que compõem a presente licitação;

Os ensaios e testes previstos pelas Normas Brasileiras e/ou pelas especificações técnicas deverão ser realizados por empresas especializadas a serem aprovadas pelo CONTRATANTE;

Controle geométrico e tecnológico deverá ser conforme especificações inerentes aos serviços; (Termo de Referência – SODF/SUPOP, TR-SODF/109, de 10/11/2020, SEI nº 51409913, grifo nosso)

A esse respeito, destaca-se que, em cumprimento ao TR-SODF/109 e em relação ao material “concreto” das estruturas das OAE 8 e 9, verificou-se que o executante **subcontratou** uma instituição especializada e acreditada pelo INMETRO para esse fim, como tratado no Ponto de Auditoria 3.1.1 “*INDÍCIO DE ADULTERAÇÃO PARCIAL DE DOCUMENTOS TÉCNICOS RELACIONADOS AO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO ESTRUTURAL*”.

Por sua vez, o edital consignou que a obra deveria ser executada “*com qualidade*” e “*perfeição*”:

16 DAS OBRIGAÇÕES E RESPONSABILIDADES DAS PARTES

[...]

II - Para execução da obra objeto deste contrato, a CONTRATADA se obriga a:

[...]

l) **Zelar pela execução da obra com qualidade, perfeição e pontualidade;** (Edital de Concorrência nº 011/2020 – DECOMP/DA, de 11/12/2020, SEI nº 52468724, grifo nosso)

Já no instrumento contratual estava previsto, para além do que já dispunham o TR-SODF/109 e o edital, que a SODF teria o direito de **rejeitar** os ensaios que julgasse “*de má qualidade ou inadequados*”, cujas despesas consequentes da realização de novos ensaios também correria por conta do executante, *in verbis*:

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA – Das Obrigações e Responsabilidades da Contratada

[...]

11.2 – Para a execução da obra objeto deste Contrato, a CONTRATADA também se obriga a:

[...]



III. Os ensaios e testes previstos pelas Normas Brasileiras e/ou pelas especificações técnicas deverão ser realizados por empresas especializadas a serem aprovadas pelo CONTRATANTE;

IV. Controle geométrico e tecnológico deverá ser conforme especificações inerentes aos serviços;

[...]

XXXII. Aplicar, nas obras e serviços, materiais de boa qualidade, reservando-se ao CONTRATANTE o direito de mandar efetuar os ensaios que julgar necessários, rejeitando todos aqueles que julgarem de má qualidade ou inadequados, debitando à CONTRATADA todas as despesas consequentes;

XXXIII. Responsabilizar-se pela perfeita execução dos serviços de acordo com as normas e padrões adotados pelo CONTRATANTE e demais órgãos/entidades competentes e apontados nas especificações técnicas e/ou pela ABNT; (Contrato nº 020 /2021 – SODF, de 29/6/2021, SEI nº 64781968, grifo nosso)

Ainda carece destaque o escopo dos serviços que deveriam ser prestados pela supervisora, segundo especificado no Termo de Referência – SODF/SUPOP, de 6/3/2020 (SEI nº 36635316) – denominado na “*Lista de Protocolos*” do SEI como “*Termo de Referência 16*”, de agora em diante TR-SODF/16:

10. ESCOPO DOS SERVIÇOS

A empresa SUPERVISORA deverá estar apta a desenvolver atividades da engenharia consultiva, especializada e com equipe técnica capacitada em exercer a fiscalização de serviços específicos, representar o poder público, decidir questões de interpretação do projeto e análise dos detalhamentos construtivos necessários às obras; especificações e normas, avaliar e controlar a qualidade e quantidade dos materiais empregados e dos serviços executados, verificação topográfica, serviços de laboratórios de solos e concreto, relatórios fotográficos das obras, monitoramento das construções existentes circunvizinhas (edificações), monitoramento ambiental, desvio de trânsito e engenharia de trânsito, consulta às concessionárias, aprovação de projeto nos órgãos competentes e elaboração do projeto “As-Built”, assim como do produto acabado.

[...]

Caberá à SUPERVISORA executar diretamente as seguintes atividades:

[...]

- Verificar os ensaios tecnológicos realizados pela empresa executora da obra, em conformidade com a norma técnica vigente e realizar ensaios de contra prova; (grifo nosso)

No tocante ao estabelecimento das atribuições da supervisora, percebe-se que a SODF foi exaustiva em relação à supervisão dos controles de qualidade:

13. ATRIBUIÇÕES DA SUPERVISORA

[...]

13.2. Gestão da Qualidade

Verificar a efetividade do Sistema da Qualidade adotado pela CONSTRUTORA da obra.

[...]



13.11. Controle de Projeto e Obras

São atribuições da SUPERVISORA, sem a elas se limitar, as atividades descritas a seguir:

[...]

- **Verificar, por intermédio da execução de ensaios e levantamentos complementares, a qualidade do controle tecnológico e do controle geométrico executado pela CONSTRUTORA. Caso sejam observados desvios em relação às prescrições das normas em vigor, a SUPERVISORA considerará o serviço como não executado e informará à SODF sobre o problema observado e a providência tomada;**

[...]

- **Acompanhar, analisar e avaliar as inspeções e vistorias de campo, controle da qualidade de todas as fases das obras e serviços em execução, verificando os resultados dos ensaios de controle tecnológico, dos levantamentos topográficos e do atendimento ao projeto, às especificações gerais e particulares e ao plano de ataque das obras;**

[...]

Adotar, para a obra do viaduto EPIG, os seguintes procedimentos e outros:

- **Verificar a qualidade dos materiais e se estes estão armazenados adequadamente de acordo com recomendações das Normas Brasileiras e Manuais do DNIT. Os materiais a serem verificados são todos os constantes do projeto executivo;**

[...]

- **Acompanhar a realização dos ensaios dos materiais adquiridos e do concreto, verificando se a moldagem e os ensaios estão de acordo com as normas técnicas;**

- **Realizar, por amostragem, ensaios complementares para verificação da qualidade dos materiais adquiridos, conforme projeto; (Termo de Referência – SODF /SUPOP, TR-SODF/16, de 6/3/2020, SEI nº 36635316, grifo nosso)**

Inclusive, houve uma seção específica apenas sobre o controle tecnológico, *in verbis*:

13.13. Controle Tecnológico

São atribuições da Empresa SUPERVISORA, sem que se limite a elas, as atividades descritas a seguir:

- **Acompanhar, com pessoal especializado, cada etapa da obra, zelando pelo cumprimento das determinações emanadas dos projetos executivos, especificações e normas da ABNT, DNIT, entre outras;**

- **Aferir cada uma das etapas das obras e serviços executados, compreendendo o acompanhamento e verificação dos materiais extraídos de jazidas de solos, areais e pedreiras, bem como os industrializados, como ligantes asfálticos, cimento, aço, etc.; verificar suas misturas e a execução dos serviços ou do produto final. Os ensaios do controle tecnológico devem ser executados conforme determinado pelas especificações técnicas da ABNT, DNIT e demais normas vigentes, para as fases de serviços preliminares, terraplenagem, pavimentação, obras de arte correntes e drenagem, obras de arte especiais, elementos de segurança, etc.;**

- **Executar ou encaminhar para execução os ensaios de contraprovas necessários (no mínimo 50% para cada ensaio estipulado em normas vigentes), como forma de conferir a qualidade dos ensaios realizados pelas empreiteiras para seus próprios controles; nestes casos a quantificação dos tamanhos das amostras depende dos**



critérios estabelecidos nas especificações técnicas vigentes para aceitação dos serviços, incluindo a realização de prova de carga. Todos os ensaios de solo, asfalto e concreto deverão ser realizados por laboratórios instalados no canteiro de obras sob a operação da SUPERVISORA;

- **Manter arquivados em pastas próprias e de forma organizada, todos os boletins de ensaios tecnológicos e levantamentos topográficos realizados**, para liberação dos materiais utilizados ou serviços, além do produto final; todos os boletins e fichas de ensaios devem ser assinados e identificados por carimbo, pelo laboratorista, topógrafo e pelo engenheiro residente da SUPERVISORA; ao final da obra, estes documentos devem ser entregues para guarda e arquivamento na SODF;

[...]

- Os registros dos ensaios para aceitação dos materiais a serem utilizados nas obras, e para aceitação e liberação de cada fase dos serviços ou dos produtos a serem controlados conforme indicado nas especificações técnicas, devem ser executados em planilhas ou formulários padrões, conforme modelo proposto pela SUPERVISORA para análise e aprovação pela SODF. (Termo de Referência – SODF/SUPOP, TR-SODF /16, de 6/3/2020, SEI nº 36635316, grifo nosso)

Percebe-se, enfim, que, não apenas na lei, mas também nos instrumentos licitatórios e contratuais do objeto de auditoria, há menção expressa à necessária qualidade da obra pública, que também é avaliada mediante o resultado dos ensaios de controle tecnológico.

III.3. Requisitos de qualidade das estruturas de concreto

Dito isso, é preciso saber que as estruturas de concreto devem atender a **requisitos mínimos de qualidade** durante sua construção e serviço, bem como aos requisitos adicionais estabelecidos em conjunto entre o autor do projeto estrutural (projetista) e o contratante[2.51]. Para efeitos da NBR 6118 da ABNT, que dispõe sobre projeto de estruturas de concreto, os requisitos de qualidade desse tipo de estrutura são classificados em três grupos distintos[III.14]:

1. Capacidade resistente (ou capacidade de suporte);
2. Desempenho em serviço; e
3. Durabilidade.

De acordo com a supracitada norma, capacidade resistente consiste basicamente na segurança à ruptura[III.15], isto é, na estabilidade estrutural[III.16]. Por sua vez, desempenho em serviço é a capacidade da estrutura manter-se em condições plenas de utilização durante sua vida útil[III.17], não podendo apresentar danos que comprometam, parcial ou totalmente, o uso para o qual foi projetada. E, por fim, durabilidade é a capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.



Por óbvio, todos esses requisitos já devem ser atendidos na etapa de elaboração do projeto quando da definição da solução estrutural a ser adotada. Poder-se-ia dizer que consiste no “*trinômio fundamental*” afortunadamente preconizado por Rezende Martins (1996, p. 13):

Projetar uma estrutura significa resolver seu trinômio fundamental: segurança, funcionalidade e durabilidade, onde todos os termos são igualmente prioritários. Qualquer deles é indispensável ao sucesso do empreendimento. Todos são importantes para assegurar a qualidade final da obra. Negligenciar, que seja parcialmente, um qualquer significa comprometer, com toda a certeza, o resultado final da empreitada. Aos engenheiros que atuam no projeto e na execução de estruturas cabe responsabilidade indeclinável sobre a qualidade da resposta que sua obra dará a este trinômio fundamental. (grifo nosso)

Inclusive, nessa etapa de projeto, existe uma norma específica que fixa os requisitos exigíveis na verificação da segurança das estruturas envolvendo a quantificação das ações[2.29] e das resistências[III.18] a serem consideradas, que é a NBR 8681 da ABNT. Destaca-se também que esse “*trinômio fundamental*” está expresso nos incisos I, II e V, todos do art. 12, da Lei Federal nº 8.666/1993, ainda que não se refira exclusivamente às estruturas de construção civil.

Mas esses não são os únicos requisitos a serem atendidos, pois também existem requisitos arquitetônicos, construtivos e de integração com as demais especialidades de projeto. [III.19]

Por isso, em relação aos requisitos construtivos de segurança, isto é, de produção (execução) das estruturas de concreto que sejam seguras, a NBR 6118 da ABNT, dispõe que devem ser atendidos os critérios de detalhamento (desenhos para execução), as normas de controle dos materiais (especialmente a NBR 12655 da ABNT) e o controle de execução da obra, conforme a NBR 14931 da ABNT, e demais Normas Brasileiras específicas[2.69].

De seu turno, a NBR 14931 da ABNT, também dispõe que o material “concreto” deve ser preparado e atender aos critérios de controle da qualidade previstos na NBR 12655 da ABNT[III.20]. E, quando se tratar de concreto dosado em central[2.11], além dos requisitos desta, deve ainda estar de acordo com o que estabelece a NBR 7212 da ABNT.

III.4. Execução das estruturas de concreto

É sabido que toda estrutura de concreto, depois de construída, apresenta características próprias que a diferencia daquela que foi especificada no projeto estrutural. Não obstante, durante a sua execução, há a necessidade de assegurar que sejam empregados os materiais, as disposições e os métodos construtivos previstos em projeto. Por isso, o controle da qualidade das estruturas de concreto, estribado em recursos matemáticos da estatística, deve



garantir o nível (padrão) de qualidade preestabelecido pelo autor do projeto estrutural, sem alterá-lo. (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 102) Ou seja, a qualidade não é um parâmetro abstrato, mas **quantificável sob um enfoque probabilista**[III.21] (HELENE, 1980, p. 32).

Especificamente em relação à avaliação da qualidade do material “concreto” de que são feitas essas estruturas, Helene (1980, p. 33) destaca que é preciso ter em vista que esse material congrega inúmeras características relevantes, tais como, trabalhabilidade[III.22], durabilidade[III.23], resistência mecânica[III.24], homogeneidade[III.25], deformabilidade[III.26], impermeabilidade[III.27]. Portanto, para a definição da qualidade do concreto seria necessário considerar todos os parâmetros que influenciam cada uma dessas características.

Todavia, como a resistência à compressão axial, denominada normativamente de resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}), é a propriedade usualmente adotada pelos projetistas na etapa de dimensionamento da estrutura[2.16], fácil é concluir que ela está intimamente relacionada ao requisito de capacidade resistente (segurança estrutural). Tão grande é sua importância que, de acordo com a NBR 12655 da ABNT, é **obrigatório** que o projetista estrutural faça constar o valor do f_{ck} em **todos** os desenhos e memórias que descrevem o projeto tecnicamente[2.17]. Logo, a obra deve ser executada com um concreto cuja resistência à compressão seja **igual ou superior** àquele adotado no projeto (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 103).

Importante dizer também que a resistência característica mínima especificada no projeto pode não se referir apenas ao requisito de estabilidade estrutural. Há situações em que as condicionantes de projeto levam o projetista a **umentá-la** para atender ao requisito de durabilidade. Exemplo disso é quando se deseja aumentar a impermeabilidade ou a durabilidade ao especificar uma relação água/cimento[2.49] baixa, que consequentemente resultará no aumento da resistência à compressão, de modo que o concreto ficará com **sobra de resistência** (TANGO, 2005, p. 511).

A esse respeito, diga-se, *en passant*, que uma das maiores contribuições para o estudo da dosagem dos concretos[2.11] foi a publicação do estudo “*Design of Concrete Mixtures*” em 1918 por Duff Andrew Abrams, por meio do qual restou provado, experimental e definitivamente, que existe uma forte dependência entre o fator água/cimento e a resistência à compressão axial, de maneira que, indiretamente, também é possível controlar a durabilidade do concreto (HELENE, 1980, p. 33).

Prova disso é que a própria NBR 6118 da ABNT, reconhece expressamente a “*existência de uma forte correspondência entre a relação água/cimento e a resistência à compressão do concreto e a sua durabilidade*”. Tanto é assim que ela prevê relações água

/cimento máximas e classes de resistência mínimas a depender da agressividade do meio ambiente[III.28]:

Tabela III.1 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e a qualidade do concreto.

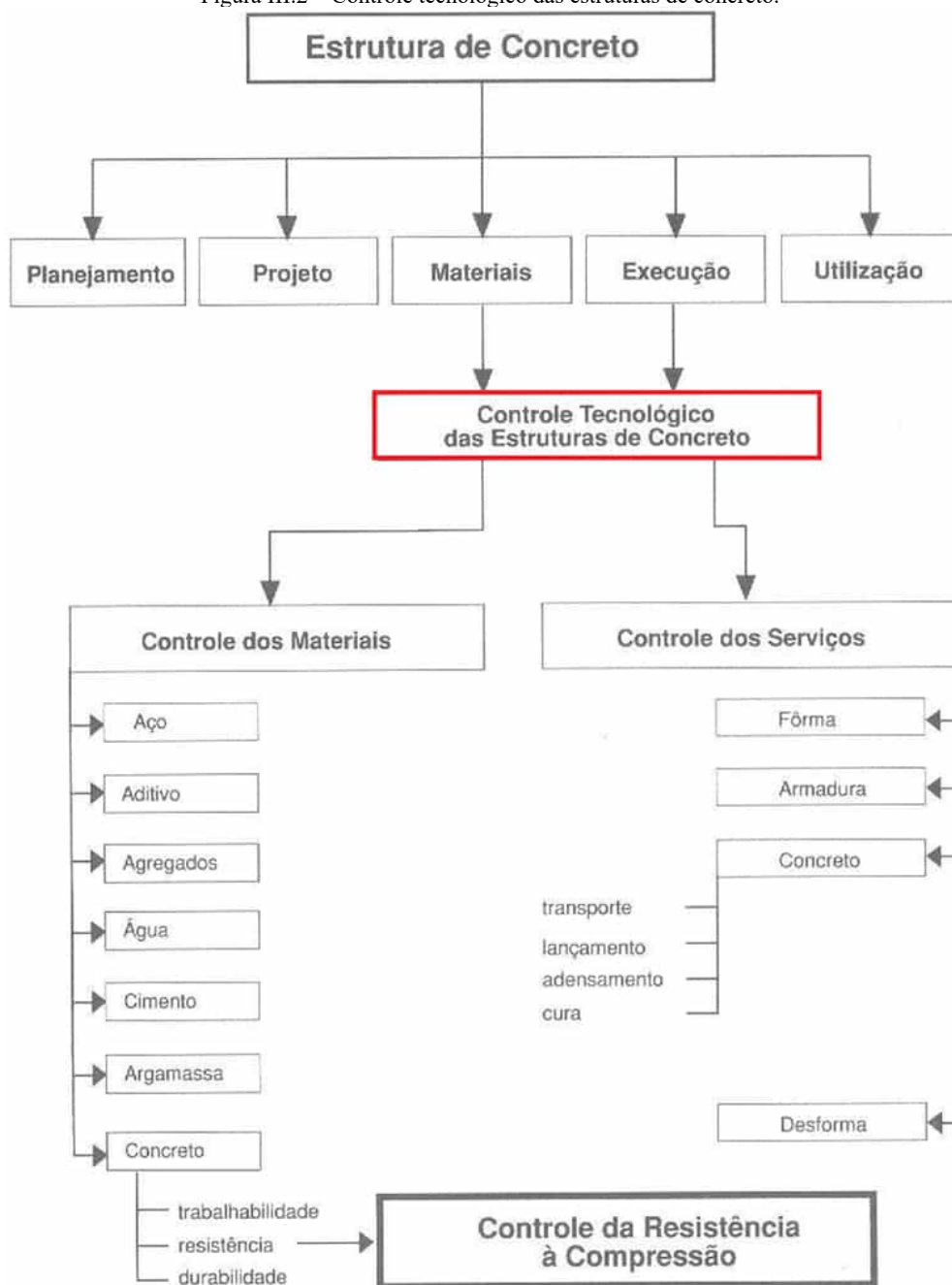
Concreto	Tipo	Classe de agressividade ambiental			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento	Concreto Armado	0,65	0,60	0,55	0,45
	Concreto Protendido	0,60	0,55	0,50	0,45
Classe de resistência (NBR 8953 da ABNT)	Concreto Armado	C20	C25	C30	C40
	Concreto Protendido	C25	C30	C35	C40

Fonte: Tabela 7.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.

Nesse diapasão, é válido dizer que a resistência à compressão é a característica que, **indiretamente**, engloba as demais propriedades do concreto, de maneira que controlá-la significa, grosso modo, controlar a qualidade do concreto (HELENE, 1980, p. 34).

Só que é preciso ter cuidado, pois apesar de o controle da qualidade aplicado ao controle da resistência à compressão do concreto ser de suma importância, ele deve ser entendido, dentro do contexto relacionado à introdução da Teoria Geral de Segurança nas estruturas, apenas como um dos recursos do controle tecnológico das estruturas de concreto (Figura III.2). Em outras palavras, a qualidade final da estrutura de concreto dependerá do controle tecnológico de todos os materiais e serviços da obra, e não apenas da resistência do concreto.

Figura III.2 – Controle tecnológico das estruturas de concreto.



Fonte: Adaptado de Helene e Terzian (1992, p. 104).

Ademais, é importante saber que vários fatores influenciam a resistência à compressão do concreto da estrutura, tais como, heterogeneidade dos materiais[III.29], transporte, lançamento[2.24], adensamento[2.26] e cura[2.32] do concreto na obra (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 104/105). Tanto é que, a NBR 14931 da ABNT, dispõe que a execução das estruturas de concreto engloba diversas das atividades (serviços) indicadas na Figura III.2, quais sejam,

sistema de fôrmas, armaduras, concretagem[III.30], cura e outras, bem como as relativas à inspeção e documentação de como construído (*as built*), incluindo a análise do controle de resistência do concreto[III.31].

Em face dessas circunstâncias, é preciso saber que nem todas as porções do concreto fabricado terão exatamente a mesma resistência, porquanto a efetiva resistência de cada uma dependerá dos fatores supracitados. Portanto, conclui-se que a resistência do concreto é uma propriedade que pode variar em cada um dos lotes fabricados[III.32] e em cada um dos pontos onde foi lançado, consistindo em uma **grandeza aleatória**, com **variabilidade espacial** e, inclusive, com **variabilidade temporal**, dado que ela evolui com o tempo (FUSCO, 2008, p. 68 /69).

III.4.1. Resistência do concreto em estruturas acabadas

Para compreender o fenômeno da variabilidade da resistência é preciso situá-lo em um contexto de probabilidade de ruína das estruturas de concreto, consoante o escólio de Fusco (1976b) ao referir-se a Milik Tichy e Milos Vorlicek.

É sabido que os estados limites de uma estrutura, também conhecidos como estados limites de desempenho (FUSCO, 1976a, p. 146), são aqueles a partir dos quais a estrutura apresenta **desempenho inadequado** às finalidades da construção[III.33] e dependem dos tipos de materiais de construção utilizados. Segundo dispunha a antiga NBR 6118:1980 da ABNT, “*diz-se que uma estrutura ou parte dela atinge um estado limite quando, de modo efetivo ou convencional, se torna inutilizável ou quando deixa de satisfazer às condições previstas para sua utilização*”[III.34]. São exemplos desses estados a ruptura[III.15], a instabilidade (oriunda da hipostaticidade[III.35] ou da flambagem[III.36]), a deformação excessiva, a fissuração[2.72] além do limite prescrito, a vibração excessiva (desconfortável), a compressão excessiva e a descompressão.

Além disso, tais estados são analisados sob dois níveis universalmente aceitos para o bom funcionamento das estruturas: estados limites últimos – ELU (também conhecidos como estados limites de ruína) e estados limites de serviço – ELS (igualmente chamados de estados limites de utilização), descritos na sequência.

Os ELU são aqueles que, pela sua simples ocorrência, determinam a paralisação, no todo ou em parte, do uso da construção[III.37], por estarem relacionados ao colapso ou a qualquer outra forma de ruína estrutural[III.38], denotando o não atendimento do requisito da capacidade resistente. Uma vez atingido esse estado de ruína, fica esgotada a capacidade de suporte da estrutura, de modo que a utilização ulterior dessa construção somente será possível



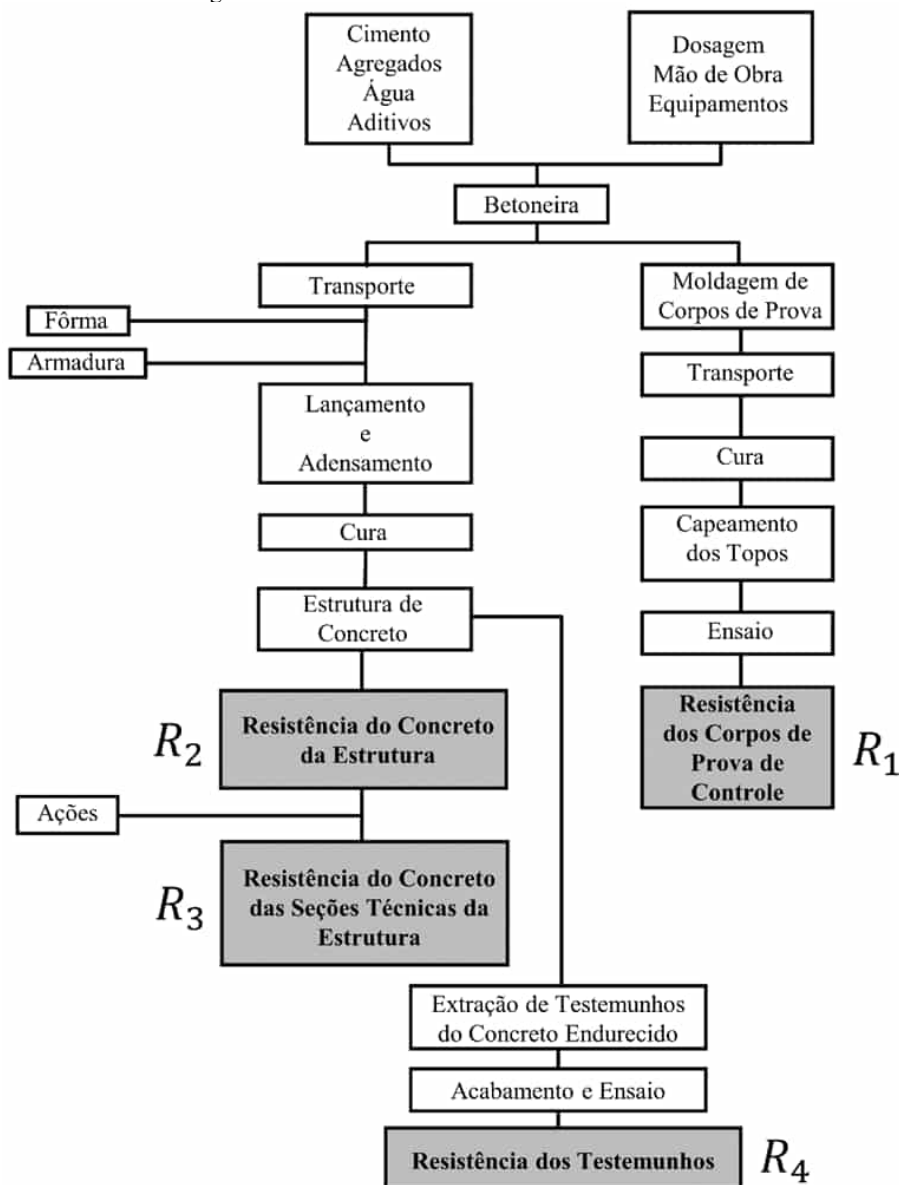
após a realização de obras de reparo, de reforço, ou mesmo de substituição da estrutura (FUSCO, 1976a, p. 145/146).

De sua vez, os ELS são aqueles que, por sua ocorrência, repetição ou duração, causam efeitos estruturais que não respeitam as condições especificadas para o uso normal da construção, isto é, os requisitos de desempenho em serviço, ou que são indícios de comprometimento (do requisito) da durabilidade da estrutura[III.39], podendo ser classificados ainda em estados limites de formação de fissuras – ELS-F, de abertura de fissuras – ELS-W, de deformações excessivas – ELS-DEF, de descompressão – ELS-D, de descompressão parcial – ELS DP, de compressão excessiva – ELS-CE e de vibrações excessivas – ELS-VE[III.40].

Isso porque, como bem salienta Fusco (1976a, p. 146), via de regra, “*procura-se evitar a ruína catastrófica*” da estrutura (ELU). Todavia, “*o respeito pela vida humana exige que o conceito de segurança seja mais amplo, impondo-se restrições não só quanto aos padrões de desempenho satisfatório, mas também quanto a certos estados de desempenho patológico*”, a fim de “*evitar-se que reações psicológicas dos usuários das construções levem a situações de risco de danos pessoais, como por exemplo as situações de pânico coletivo*” (ELS).

Pois bem, inobstante o ELS também ser uma condicionante de projeto, quando se fala em probabilidade de ruína das estruturas de concreto, é preciso saber que a resistência da estrutura depende da **resistência real (ou efetiva) R_3 no ELU** (Figura III.3).

Figura III.3 – Variabilidade da resistência do concreto.



Fonte: Adaptado de Fusco (1976b).

Em tese, a resistência real (R_3) pode ser diferente da resistência R_2 do concreto da estrutura antes da aplicação das ações[2.29], porque a resistência efetiva (R_3) é influenciada pelos fenômenos de fissuração associados ao comportamento resistente das peças estruturais (subitem II.3 do Anexo II). Inobstante, tal fato será desconsiderado para fins da presente explanação, de modo que será considerada apenas a resistência real R_3 .



De forma análoga, a resistência R_4 de corpos de prova extraídos da estrutura acabada (denominados testemunhos[2.1]) também pode ser diferente de R_2 e R_3 , pois, os respectivos processos de produção não são coincidentes.

Por outro lado, o concreto é **controlado por meio da resistência potencial R_1 obtida em ensaios de corpos de prova de controle**, porquanto o valor de referência para o dimensionamento das estruturas de concreto na etapa de elaboração do projeto estrutural (e conseqüentemente para a fixação da segurança da estrutura) é precisamente esse valor. Nas palavras de Cremonini (1994, p. 77), a resistência potencial (R_1) “*pode ser considerada como o valor máximo possível de ser atingido por um determinado traço de concreto*”, isto é, por um concreto com composição específica.

Ou seja, é a partir do valor da resistência potencial do concreto (R_1), medida na saída da betoneira[III.41] e determinada por meio dos corpos de prova cilíndricos de controle, que é **estimada** a resistência real (R_3) das seções técnicas da estrutura. Diz-se “estimada”, pois, como ensina Helene (2011, p. 71), a resistência efetiva do concreto no componente estrutural (R_3), isto é, na estrutura construída (acabada), é um **valor impossível** de ser conhecido, pois dependeria de ensaiar à ruptura o próprio elemento estrutural ou a estrutura, o que seria inviável na prática. Segundo Cremonini (1994, p. 77), a razão principal dessa diferença entre R_1 e R_3 “*está na diferença entre as condições de transporte, lançamento, adensamento e cura, em geral, mais deficientes nas obras.*”

É por isso que o projetista estrutural “*toma como referência de cálculo um valor convencional muito bem definido nas normas, que é a resistência à compressão de um corpo-de-prova amostrado, moldado e ensaiado em condições ideais*” (HELENE, 2011, p. 65). Essa referência “*tem de ser um valor único e perfeitamente definido a fim de permitir a correta comunicação entre as etapas de projeto e execução da obra.*” (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 105)

Como forma de evidenciar isso, veja-se o que dispõe a NBR 6118 da ABNT:

8 Propriedades dos materiais

[...]

8.2 Concreto

[...]

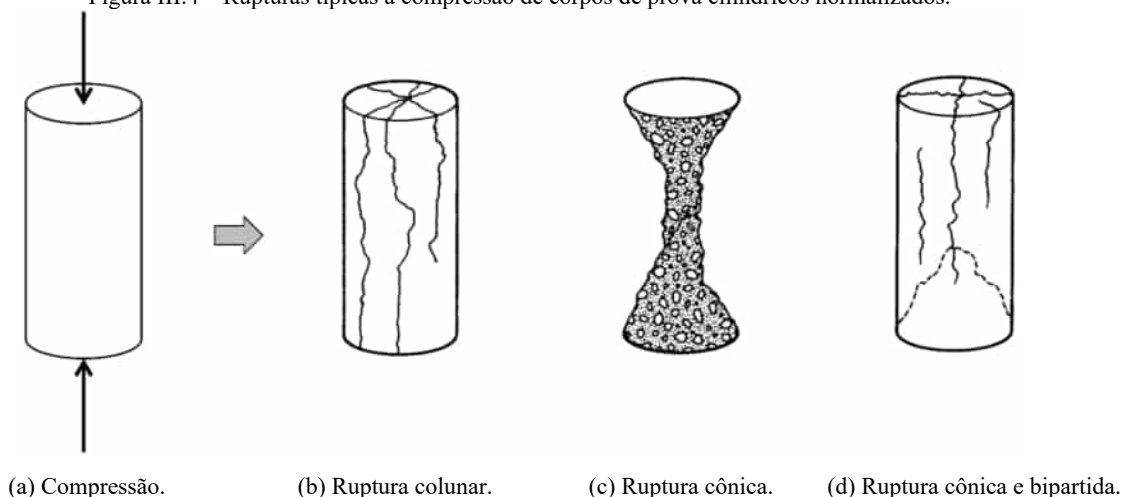
8.2.4 Resistência à compressão

As prescrições desta Norma referem-se à resistência à compressão obtida em ensaios de corpos de prova cilíndricos, moldados segundo a ABNT NBR 5738 e rompidos como estabelece a ABNT NBR 5739. (grifo nosso)

É por isso que “os corpos de prova devem ser fabricados, curados e ensaiados em condições ótimas e padronizadas”, de maneira que “somente deverão ser considerados corpos de prova curados em câmara úmida ou curados debaixo da água” (cura úmida ou saturada), pois “o emprego de corpos de prova curados ao ar livre, em condições parecidas com as da estrutura, são apenas elemento de perturbação para a tomada de decisões.” Até porque, “como as dimensões dos corpos de prova são apreciavelmente diferentes das dimensões das peças estruturais, as condições de evaporação da água são diferentes num e noutro caso, obtendo-se resultados que não podem ser comparados.” (FUSCO, 1976b, p. 246)

Pois bem, esse método define que o projeto das estruturas seja baseado na resistência característica [III.42] do concreto (f_{ck}), que é calculada a partir dos dados fornecidos pela ruptura de amostras (corpos de prova cilíndricos) (Figura III.4), e considere ainda um “coeficiente de segurança” (coeficiente de ponderação da resistência do concreto – γ_c) que represente a diferença entre a resistência do material na estrutura acabada (R_3) e a das amostras ensaiadas (R_1) (TOBÍO, 1968).

Figura III.4 – Rupturas típicas à compressão de corpos de prova cilíndricos normalizados.



Fonte: Adaptado de Neville e Brooks (2010, p. 301).

Matematicamente, isso quer dizer que a resistência **de cálculo** do concreto (f_{cd}) – a resistência real (R_3) que será adotada para o concreto durante a elaboração do projeto estrutural –, em data igual ou superior a 28 dias, é dada pela seguinte expressão [III.43]:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (\text{III.1})$$

Ou seja, como “o concreto da estrutura [R_3] e o concreto dos corpos de prova [R_1] são obtidos por meio de dois processos de produção bastante diferentes entre si”, “não se pode esperar que o concreto da estrutura [R_3] tenha a mesma resistência que o concreto dos corpos



de prova [R_1].” Por essa razão, “*admite-se que o concreto da estrutura [R_3] tenha uma resistência γ_c vezes menor do que a resistência do concreto dos corpos de prova de controle [R_1], e que esta deva medir a capacidade potencial resistente da mistura empregada na fabricação do concreto*”. (FUSCO, 1976b, p. 245/246, grifo nosso)

Na realidade, é preciso saber que o coeficiente de ponderação da resistência do concreto (γ_c) “*representa várias diferenças entre o valor experimentalmente obtido do ensaio padrão em corpos de prova na boca da betoneira e o valor efetivo da resistência no elemento estrutural na estrutura bem construída*” (HELENE, 2011, p. 87, grifo nosso). De acordo com as NBR 6118 e 8681, ambas da ABNT, o coeficiente de ponderação das resistências dos materiais empregados nas estruturas (γ_m) é composto de três parcelas:

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \quad (\text{III.2})$$

onde:

γ_{m1} é a parcela que considera a variabilidade da resistência efetiva dos materiais envolvidos, transformando a resistência característica em um valor extremo de menor probabilidade de ocorrência;

γ_{m2} é a parcela que considera as diferenças entre a resistência efetiva do material na estrutura (R_3) e a resistência medida convencionalmente em corpos de prova padronizados (resistência potencial R_1); e

γ_{m3} é a parcela que leva em conta as incertezas existentes na determinação matemática das solicitações resistentes, seja em decorrência dos métodos construtivos (desvios gerados na construção) seja em virtude do método do cálculo empregado (aproximações feitas em projeto do ponto de vista das resistências).

Segundo Cremonini (1994, p. 39), os coeficientes γ_{m1} e γ_{m2} são determinados por critérios estatísticos, enquanto que o coeficiente γ_{m3} é determinado por meios empíricos.

Vê-se, portanto, que o coeficiente γ_m se refere “*à qualidade dos materiais e da execução da construção*” (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 48), de modo que, em se tratando do coeficiente de ponderação da resistência do concreto estrutural no ELU (situação em que o índice m é substituído por c , tornando-se γ_c), nele devem ser considerados, por exemplo, os desvios gerados na construção, quais sejam “*o prumo, a excentricidade, os ninhos de concretagem, as diferenças de adensamento, de cura e outras*” (HELENE, 2011, p. 65).

Quanto a isso, releva destacar que, em relação ao concreto, a depender das condições de execução e controle, o resultado do produto das três parcelas da Eq. (III.2) pode assumir os seguintes valores, de acordo com o Comitê Euro-Internacional do Concreto – CEB (*apud* CREMONINI, 1994, p. 40):

Tabela III.2 – Coeficiente de ponderação da resistência do concreto (γ_c) em função das condições de execução e controle.

Valor de γ_c	Condições de Execução e Controle
1,4	Rigorosas
1,5	Normais
1,6	Pouco Rigorosas

Perceba-se que, na fase de projeto, quanto mais rigorosa for a condição esperada pelo projetista quanto à execução e ao controle da obra, isto é, caso se espere que o executante empregue as técnicas clássicas de “bem construir”, menor será o coeficiente γ_c a ser adotado nos cálculos, haja vista ser esperado haver maior proximidade entre a resistência de cálculo do concreto (f_{cd}) e a resistência característica do concreto (f_{ck}) – vide a Eq. (III.1). Inversamente e em outros termos, quanto menos rigorosa for a condição prevista de execução e de controle da obra, maior será o coeficiente γ_c adotado, por ser esperado menor proximidade entre a resistência real do concreto da estrutura (R_3) e a resistência potencial do concreto dos corpos de prova (R_1).

De seu turno, a NBR 6118 da ABNT indica que γ_c pode assumir os seguintes valores em função das combinações de ações:

Tabela III.3 – Coeficiente de ponderação da resistência do concreto (γ_c) em função das combinações de ações.

Valor de γ_c	Combinações de Ações
1,4	Normais
1,2	Especiais ou de Construção
1,2	Excepcionais

Fonte: Tabela 12.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.

Apesar de a NBR 6118 da ABNT não tratar dos possíveis valores de γ_c em função das condições de execução e controle como o faz o CEB, há que se destacar que a norma dispõe que “*Para a execução de elementos estruturais nos quais estejam previstas condições desfavoráveis (por exemplo, más condições de transporte, ou adensamento manual, ou concretagem deficiente por concentração de armadura), o coeficiente γ_c deve ser multiplicado por 1,1*”[2.70] (grifo nosso). Ou seja, em alguma medida, a norma brasileira possibilita ao projetista considerar em seus cálculos as situações de execução e controle “desfavoráveis”.

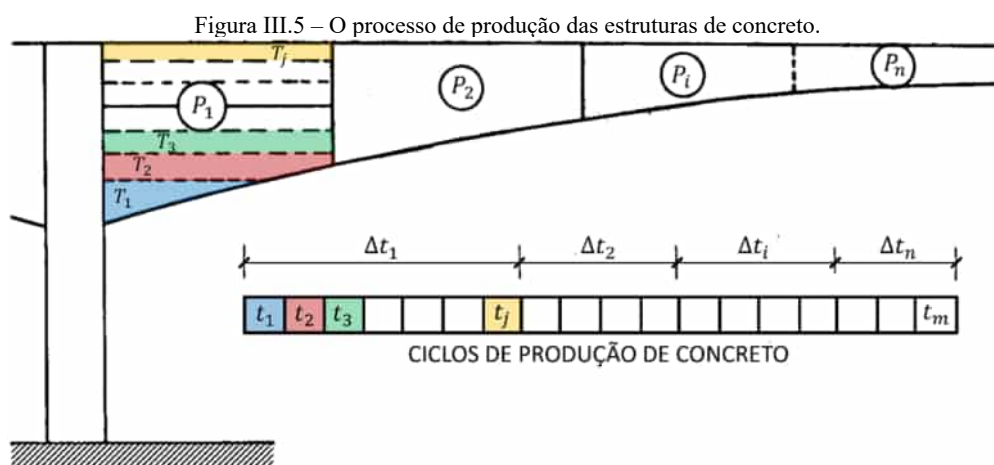
Em face disso, a relação dada pela Eq. (III.1) corresponde a um recurso matemático utilizado pelo projetista estrutural, dado ser **impossível** conhecer a resistência

efetiva (R_3), como dito. Importante salientar que tal recurso considera que a execução da estrutura esteja sob controle e atenda, minimamente, a NBR 14931 da ABNT. (HELENE, 2011, p. 71) Significa dizer que, caso a execução da estrutura não obedeça, minimamente, aos limites de desvios construtivos preconizados na NBR 14931 da ABNT, as falhas (deficiências) construtivas **não estarão “acobertadas”** pelo coeficiente γ_c , fazendo com que a resistência efetiva da estrutura *in loco* (R_3) esteja **aquém** da considerada pelo projetista estrutural (f_{cd}), o que poderia comprometer o requisito de capacidade resistente (segurança) da estrutura.

III.4.2. Controle da resistência do concreto

Acontece que para controlar a resistência do concreto da estrutura, é preciso que ela seja tomada em relação às chamadas “seções técnicas”, que são volumes finitos (parciais) de peças que compõem a estrutura e que correspondem a regiões envolvidas nos possíveis fenômenos de ruptura localizada que poderiam acarretar o colapso estrutural (ELU). Assim sendo, em vez de considerar a resistência do concreto de “seções geométricas” dos elementos estruturais (como procedido nos cálculos estruturais na etapa de projeto), deve ser considerada a resistência dessas “seções técnicas”, que decorrem do modo como a estrutura é concretada *in loco*. Ou seja, o conceito de seções técnicas define o critério de discretização (decomposição da estrutura) necessário ao cálculo da probabilidade de ruína das estruturas.

Para visualizar o que isso quer dizer, imagine-se uma estrutura de concreto em que o tempo de execução t_j (parâmetro do processo) seja composto por ciclos de produção do concreto $j = 1, 2, \dots, m$. De acordo com o plano de concretagem adotado pelo executante [III,44], a cada ciclo de produção do concreto t_j corresponderá um determinado trecho concretado T_j da estrutura, de modo que, ao final, cada parte P_i da estrutura terá sido concretada em um intervalo Δt_i (Figura III.5).



Fonte: Adaptado de Fusco (1976b, p. 174).

Como a segurança da estrutura (capacidade resistente) depende da resistência característica do concreto (f_{ck}), será preciso então considerar separadamente esse parâmetro em cada uma das partes concretadas P_i da estrutura, cujos concretos foram produzidos durante um período de tempo Δt_i .

Só que, para efeito do controle de qualidade do concreto, especificamente em relação ao controle de aceitação, segundo a NBR 12655 da ABNT, a amostragem do concreto para os ensaios de resistência à compressão deve ser feita dividindo-se a estrutura em lotes. A saber, lote de concreto é o volume definido de concreto, elaborado e aplicado sob condições consideradas **uniformes** (mesma classe, mesma família, mesmos procedimentos e mesmo equipamento)[III.45] e “*que será submetido a julgamento de uma só vez*” (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 305). Em termos probabilísticos, os lotes terão tamanho máximo compatível com a duração $\Delta t_{máx}$ dos ciclos de produção nos quais o processo pode ser considerado estacionário[III.46].

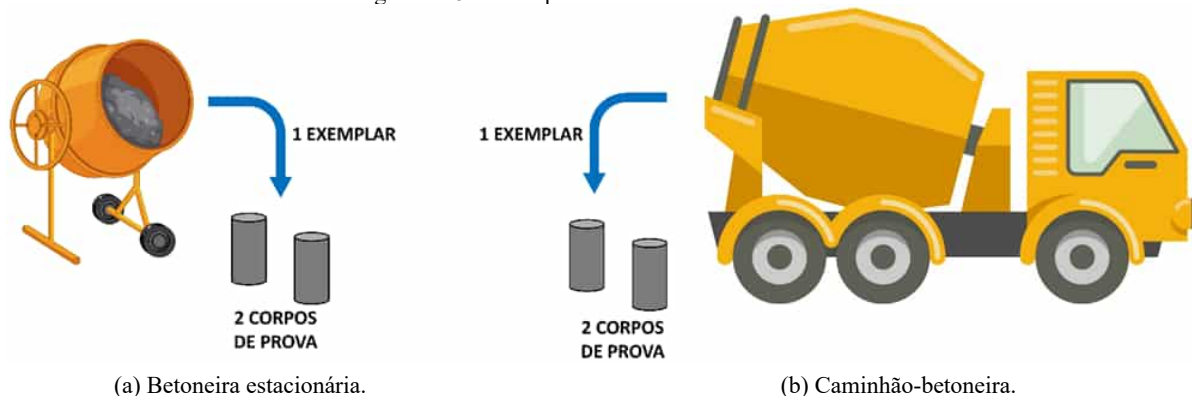
Portanto, no planejamento do controle de produção do concreto a cargo do executante, cada período $\Delta t_{máx}$ deve ser limitado de acordo com situações que podem acarretar mudança de centragem do processo (alterações de médias), tais como, interrupções de concretagem, modificações de resistência do cimento e alterações da granulometria[III.47] dos agregados.

Assim sendo, nota-se que existem dois problemas de homogeneidade distintos: um referente ao processo de produção do concreto (tais como modificações de resistência do cimento e alterações da granulometria) e outro adstrito ao lançamento[2.24] do concreto na estrutura (a exemplo das interrupções de concretagem).

Por isso, as “seções técnicas” de que se fala serão cada uma das partes P_i da estrutura dispostas na Figura III.5, cujo controle perpassará pelo ensaio de corpos de prova de cada ciclo de produção t_j .

Em maiores detalhes, de cada lote de concreto, deve ser retirada uma amostra[III.48], com número de exemplares de acordo com o tipo de controle a ser exercido. A saber, exemplar é o elemento da amostra ou da população (lote) constituído por dois corpos de prova da mesma betonada[2.15], moldados no mesmo ato, para cada idade de ensaio[III.49] (Figura III.6). Estes são usualmente empregados aos pares tendo em vista os possíveis erros de moldagem ou de ensaio, de forma que, para se medir a capacidade potencial resistente do concreto (R_i), deve-se tomar o **maior** dos dois valores.[2.23]

Figura III.6 – Exemplar de concreto extraído de betonada.



Fonte: Equipe de auditoria.

Pois bem, eis que, nos termos da NBR 12655 da ABNT, podem ser empregados dois tipos de controle de resistência: o controle estatístico do concreto por amostragem parcial e o controle do concreto por amostragem total.

Para o controle estatístico por amostragem parcial, é prevista uma forma de cálculo do valor estimado da resistência característica ($f_{ck,est}$) do lote de concreto, em que são retirados exemplares de **betonadas distintas**. As amostras devem ser de, no mínimo, seis exemplares para os concretos do grupo I ($f_{ck} \leq 50 MPa$) e 12 exemplares para os concretos do grupo II ($f_{ck} > 50 MPa$).

Desse modo, para lotes com números de exemplares $6 \leq n < 20$, o valor estimado da resistência característica à compressão, na idade especificada, é dado por:

$$f_{ck,est} = 2 \cdot \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}}{m-1} - f_m \quad (III.3)$$

onde:

m é igual a $n/2$ e despreza-se o valor mais alto de n , se for ímpar; e

f_1, f_2, \dots, f_m são os valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente.

Nesse caso, não se pode tomar para $f_{ck,est}$ valor menor que $\psi_6 \cdot f_1$, adotando-se para ψ_6 os valores da Tabela 9, da NBR 12655:2022 da ABNT, em função da condição de preparo do concreto e do número de exemplares da amostra.

Já para lotes representados por amostra com número de exemplares $n \geq 20$:

$$f_{ck,est} = f_{cm} - 1,65 \cdot s_d \quad (III.4)$$

sendo:

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm})^2} \quad (\text{III.5})$$

onde:

f_{cm} é a resistência média dos exemplares do lote (em *MPa*); e

s_d é o desvio padrão dessa amostra de exemplares (em *MPa*).

De outro lado, para o controle por amostragem total, a análise da conformidade deve ser realizada **em cada betonada**, isto é, **todas as betonadas** são amostradas e representadas por um exemplar que define a resistência à compressão daquele concreto naquela betonada. Nesse caso, o valor da resistência característica à compressão do concreto estimada é dado por:

$$f_{ck,est} = f_{c,betonada} \quad (\text{III.6})$$

onde $f_{c,betonada}$ é a resistência à compressão do exemplar que representa o concreto da betonada.

Para Helene (2011, p. 67), é “*sempre recomendável proceder ao controle total (100%) com correspondente mapeamento dos locais que recebem cada concreto de um mesmo caminhão-betoneira (conceito de rastreabilidade).*” Até porque, segundo disposto na NBR 12655 da ABNT, tal mapeamento é de responsabilidade do executante[2.52].

Isso se justifica porque quanto maior o tamanho (número de exemplares) de cada amostra, maior a confiabilidade no resultado e menor o risco de rejeição do concreto. Ou seja, aumentar o índice de amostragem significa aumentar a confiança no cálculo da resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}). (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 304)

Segundo a NBR 12655 da ABNT, os responsáveis pelo recebimento e pela aceitação do concreto são o proprietário e o responsável técnico pela obra[III.50]. O recebimento do concreto consiste na verificação da conformidade das propriedades especificadas para o estado fresco, efetuada durante a descarga da betoneira e, no caso do concreto dosado em central, abrange também a aprovação da documentação correspondente ao pedido do concreto[III.51]. Após o recebimento, prossegue-se com a aceitação do concreto, que é a verificação do atendimento a todos os requisitos especificados para o concreto[III.52], dentre os quais se destaca a resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}).

Independentemente do tipo de controle exercido, os lotes de concreto devem ser aceitos (**aceitação automática**) quando o valor estimado da resistência característica ($f_{ck,est}$)

atender à resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) especificada no projeto estrutural[III.53], isto é:

$$f_{ck,est} \geq f_{ck} \quad (\text{III.7})$$

E, em caso de existência de **não conformidade** ($f_{ck,est} < f_{ck}$), deve-se seguir os procedimentos descritos na NBR 7680-1 da ABNT, que estão dispostos pormenorizadamente mais à frente.

Só que é preciso fazer um **adendo**. Ainda que a NBR 12655 da ABNT, preconize que a aceitação do concreto se dá automaticamente quando a Eq. (III.7) for atendida, é preciso ter em vista que tal condição, **apesar de justa, é severa** (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 189), devendo ser empregada apenas no controle de produção e não no controle de aceitação do concreto (FUSCO, 1976b, p. 238).

Segundo Fusco (1976b, p. 239), no controle de aceitação, a conformidade da resistência do concreto produzido ($f_{ck,est}$) com a resistência especificada (f_{ck}) será dada pela condição:

$$f_{ck,est} \geq 0,90 f_{ck} \quad (\text{III.8})$$

Como ensinam Helene e Terzian (1992, p. 190), a Eq. (III.8) é a condição apresentada nas recomendações espanholas[III.54] quando aceitam concretos cuja resistência característica estimada ($f_{ck,est}$) resultou em até 90% da especificada (f_{ck}).

Entretanto, diga-se *en passant* que, no caso de resultar $f_{ck} > f_{ck,est} \geq 0,90 f_{ck}$, a norma espanhola também admite que haja uma **penalidade** contra o produtor do concreto, no sentido de haver uma redução no preço igual ao dobro da redução, pois o pedido de fornecimento foi de f_{ck} e não $0,90 f_{ck}$, por exemplo. Assim, quando $f_{ck,est} = 0,90 f_{ck}$, será realizado o pagamento de apenas 80% do preço contratado. (FUSCO, 1976b, p. 239)

Em face do exposto, apesar de a detecção de uma não conformidade na produção do concreto – tal qual disposta na NBR 12655 da ABNT ($f_{ck,est} < f_{ck}$) – ser importante, assim como sua análise e sua correção, nem sempre ela significará perda de segurança (capacidade resistente) e vida útil (durabilidade), visto ser tolerável até 10% do f_{ck} .

Geralmente, diferenças de resistência à compressão do concreto de $0,90 f_{ck}$ a $0,99 f_{ck}$ não requerem revisão de cálculo ou reforço estrutural. Como forma de ilustrar isso, Helene (2011, p. 66) afirma que “10% a menos de resistência à compressão num concreto para laje e para viga, seja concreto armado ou protendido, resulta numa redução da capacidade resistente dessas peças de apenas 2,5%”.



Inobstante, **em qualquer caso**, sempre que resultar $f_{ck,est} < 0,90 f_{ck}$, “*não se procederá à aceitação automática do concreto e, portanto, a estrutura executada também não será automaticamente aceita*” (FUSCO, 1976b, p 241). A eventual aceitação da estrutura dependerá de novas investigações, conforme será visto na sequência.

III.5. Não conformidade da resistência à compressão do concreto

Nos termos da NBR 12655 da ABNT, em caso de existência de não conformidade da resistência à compressão do concreto, seja para a aceitação definitiva do concreto, seja para a avaliação da segurança estrutural de obras em andamento, deve-se recorrer às prescrições da NBR 7680-1 da ABNT, que trata da extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto, para fins de obtenção da resistência à compressão axial[III.55]. Ou seja, confirmada a resistência R_1 **abaixo do** f_{ck} a partir do controle por corpos de prova moldados, deve-se passar à análise da resistência efetiva desse concreto (R_3), podendo ser necessária a extração de testemunhos[2.1] (R_4).

Em todos os casos em que há necessidade de extração de testemunhos, a sua realização depende de aprovação prévia de um engenheiro responsável, sendo que, nos casos controversos e que envolvam mais de um interveniente, a extração deve ser antecipadamente planejada **em comum acordo (consenso)** entre as partes envolvidas, tais como os responsáveis pelo projeto estrutural, pela execução da obra, pela extração dos testemunhos e, quando for o caso, pela empresa de serviços de concretagem. Além disso, é imprescindível destacar que a extração deve ser precedida de estudos com base nos documentos técnicos disponíveis (projetos, memórias de cálculo, memoriais descritivos e outros), de forma a balizar a obtenção de informações consistentes e evitar extrações desnecessárias, que podem minorar a capacidade resistente da estrutura em avaliação.[2.73]

Nesse sentido, em se tratando de estruturas **em execução**, para evitar danos desnecessários à estrutura, antes da realização da extração, deve ser solicitado ao projetista estrutural que revise o projeto estrutural no sentido de verificar a segurança estrutural (capacidade resistente) a partir do valor da resistência característica à compressão estimada ($f_{ck,est}$), calculada com base nos resultados obtidos a partir dos ensaios dos corpos de prova moldados, conforme previsto na NBR 12655 da ABNT. Feita essa análise, há duas possibilidades[III.56]:

- a. o resultado da análise é **positivo**, isto é, os requisitos de avaliação da segurança estrutural são considerados atendidos com a resistência $f_{ck,est}$ para a estrutura ou parte dela. Nesse caso, não é necessária a realização de extrações de testemunhos e o projetista estrutural aceita a nova resistência $f_{ck,est}$ obtida; ou

- b. o resultado da análise é **negativo**, caso em que deve ser feito um planejamento da extração de testemunhos em comum acordo (consenso) com todas as partes envolvidas, como dito.

III.5.1. Necessidade de extração de testemunhos

Diante do resultado negativo supracitado, isto é, permanecendo a insegurança, deve haver a formação de lotes para extração de testemunhos, em função do tipo de amostragem realizada para o controle de aceitação preconizado na NBR 12655 da ABNT, bem como da existência ou não de mapeamento realizado pelo executante durante o lançamento do concreto, conforme a seguir:

Tabela III.4 – Mapeamento da estrutura, formação de lotes e quantidade de testemunhos a serem extraídos.

Tipo de controle (conforme ABNT NBR 12655)	Mapeado (rastreabilidade)		Formação de lotes	Quantidade de testemunhos por lote	
	No lançamento	Por ensaios não destrutivos			
Amostragem total	Sim	opcional	Cada lote corresponde ao volume de uma betonada ou de um caminhão-betoneira	Aplicado em um elemento estrutural	2
				Aplicado em mais do que um elemento estrutural	3
	Não	Sim	Conforme o mapeamento. Cada lote deve corresponder ao conjunto contido em um intervalo restrito de resultados dos ensaios não destrutivos	Até 8 m ³	3
				Maior que 8 m ³ e menor que 50 m ³	4
Amostragem parcial	Indiferente	Sim	Conforme o mapeamento. Cada lote deve corresponder ao conjunto contido em um intervalo restrito de resultados dos ensaios não destrutivos	Até 8 m ³	4
				Maior que 8 m ³ e menor que 50 m ³	6

Fonte: Excerto da Tabela 1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.

Perceba-se da Tabela III.4 que, caso o executante não tenha identificado os lotes por mapeamento durante a concretagem (lotes sem rastreabilidade), eles podem ser mapeados

por meio de ensaios não destrutivos confiáveis, tais como o método esclerométrico (esclerometria) e o método ultrassônico. Inclusive, esses métodos podem ser utilizados para comprovar a homogeneidade do concreto em um lote identificado por mapeamento.[III.57]

Na opinião de Helene (2011, p. 68), os testemunhos devem ser extraídos preferencialmente após realização de ensaios esclerométricos, acompanhados por ensaios de pacometria, que utilizam um detector de metais (pacômetro) para evitar extrair ou cortar barras de aço (armadura).

A esclerometria serve para a avaliação da dureza superficial do concreto, fornecendo elementos para a avaliação da qualidade do concreto endurecido[III.58]. Todavia, é preciso ter em vista que tal método **não pode ser considerado substituto da extração de testemunhos**, mas um método adicional ou um ensaio complementar[III.59], isto é, “*servem tão somente como elemento subsidiário para julgamento da uniformidade do concreto, pois tanto a natureza quanto a variabilidade desses ensaios impedem qualquer julgamento quantitativo eficiente a respeito da resistência característica do concreto*” (f_{ck}) (FUSCO, 1976b, p. 243).

A NBR 7680-1 da ABNT, recomenda que todos os ensaios e procedimentos afetos à extração de testemunhos sejam realizados por laboratórios acreditados pelo INMETRO e seus profissionais qualificados conforme a NBR 15146-1 da ABNT [2.74].

Quanto aos testemunhos, é preciso que eles sejam íntegros, isentos de fissuras, segregação, ondulações, e não podem conter materiais estranhos ao concreto não visíveis, tais como pedaços de madeira ou de armadura, agregados frágeis ou torrões de argila, papel de jornal ou de saco de aglomerante, isopor, pó de serragem, sob pena de serem descartados. Para esse fim, pode ser utilizado o ensaio não destrutivo ultrassônico[III.60], além da observação visual cuidadosa após ruptura e desagregação do testemunho. Em sendo verificada heterogeneidade do concreto ou existência de alterações internas (descontinuidades), os resultados desses testemunhos deverão ser **descartados** e não poderão subsidiar a medição da resistência à compressão do concreto, pois indicam deficiências nas operações de concretagem da estrutura. [III.61]

Só que, para a aceitação do concreto a partir dos resultados de testemunhos extraídos de uma estrutura, é necessário estabelecer critérios de comparação que corrijam as interferências dos processos construtivo (da estrutura) e de extração (do testemunho)[III.62]. Nesse sentido, nos termos da NBR 7680-1 da ABNT, uma vez encontrada a resistência à compressão dos testemunhos extraídos ($f_{ci,ext,initial}$), é possível obter a resistência corrigida ($f_{ci,ext}$) da seguinte forma:

$$f_{ci,ext} = (1 + k_1 + k_2 + k_3 + k_4) \cdot f_{ci,ext,initial} \quad (III.9)$$

onde:

k_1 é o coeficiente que corrige a diferença de dimensões entre os testemunhos e os corpos de prova moldados;

k_2 é o coeficiente que corrige o efeito deletério do broqueamento;

k_3 é o coeficiente que corrige a diferença entre a direção de extração e a do lançamento do concreto no elemento estrutural; e

k_4 é o coeficiente que considera as situações em que o testemunho é rompido saturado ou seco ao ar.

III.5.2. Avaliação da resistência potencial do concreto

Para efeitos de aceitação do concreto, nos casos de não conformidade com os critérios da NBR 12655 da ABNT ($f_{ck,est} < f_{ck}$), deve ser considerado, para comparação com o f_{ck} , o **maior valor** de resistência dos testemunhos extraídos de cada lote ($f_{ci,ext,pot}$), já corrigidos pelos coeficientes indicados na Eq. (III.9), isto é:

$$f_{ci,ext,pot} = f_{ci,ext} \quad (III.10)$$

De maneira que o concreto deve ser aceito quando:

$$f_{ci,ext,pot} \geq f_{ck} \quad (III.11)$$

III.5.3. Avaliação da segurança estrutural

Por outro lado, quando se avalia a resistência do concreto para fins de verificação da segurança estrutural, a estimativa da resistência característica do lote ($f_{ci,ext,seg}$) é dada pela **média aritmética** dos resultados individuais daquele lote:

$$f_{ci,ext,seg} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci,ext}}{n} \quad (III.12)$$

De posse do resultado da Eq. (III.12), deve-se proceder ao ajuste (redução) do coeficiente de minoração da resistência do concreto, conforme previsto no item 12.4.1, da NBR 6118:2014 da ABNT:

$$\gamma_{c,ext,seg} = \frac{\gamma_c}{1,1} \quad (III.13)$$



Para então obter a resistência de projeto a ser usada na verificação do cálculo da estrutura:

$$f_{cd,ext} = \frac{f_{ci,ext,seg}}{\gamma_{c,ext,seg}} \quad (\text{III.14})$$

III.5.4. Não conformidade final

Caso não se comprove a segurança estrutural a partir dos resultados dos testemunhos extraídos, podem ser realizadas novas avaliações com metodologias apropriadas, como prova de carga (NBR 9607 da ABNT), ou qualquer outro ensaio especial, em comum acordo entre as partes envolvidas, para aprimorar a análise da segurança estrutural e verificar a possibilidade de recebimento da estrutura. Caso não seja possível realizar novas avaliações com outra metodologia, devem ser tomadas as ações para restrição quanto ao uso, recuperação ou reforço da estrutura.[\[III.63\]](#)



ANEXO IV. FUNDAMENTOS DO DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL DE ESTACAS SUBMETIDAS A ESFORÇOS TRANSVERSAIS

IV.1. Características gerais das estacas escavadas com fluido estabilizante

As estacas são elementos de fundação profunda[IV.1] que, no caso de pontes e de viadutos, integram a infraestrutura, a qual tem a função precípua de transferir a carga atuante na estrutura para o solo.

A saber, as estacas são executadas inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, haja trabalho manual em profundidade (diferentemente dos tubulões). Os materiais empregados para sua confecção podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado *in loco*, argamassa, calda de cimento ou qualquer combinação desses[IV.2].

Denominam-se estacas de concreto moldadas *in loco* quando são executadas preenchendo-se, com concreto, argamassa ou calda de cimento, as perfurações previamente executadas no terreno, podendo ser total ou parcialmente armadas[IV.3].

Quando a estabilidade da perfuração do terreno é assegurada pelo uso de fluido estabilizante (ou água, se houver também revestimento metálico), as estacas moldadas *in loco* recebem a denominação de “estacões” quando a perfuração é feita por uma caçamba acoplada a uma perfuratriz rotativa[IV.4]. Ou seja, os estacões apresentam seções circulares, sendo que, usualmente, também recebem o nome de estacas escavadas de grande diâmetro, por apresentarem diâmetros acima de 60 *cm* (BERBERIAN, 2015).

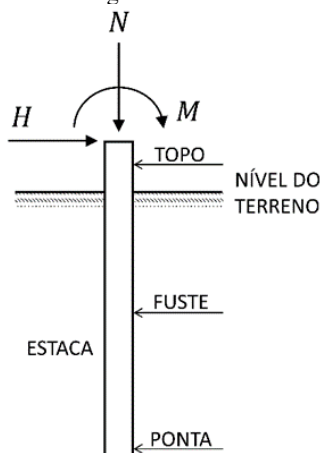
Além disso, as estacas escavadas com fluido também podem possuir seção retangular ou quadrada, quando então serão denominadas de “barretes”, e ainda podem apresentar seções compostas.[IV.5]

IV.2. Análise estrutural

É sabido que o objetivo da análise estrutural é determinar os efeitos das ações[2.29] em uma estrutura, com a finalidade de efetuar verificações dos ELU e ELS. Desse modo, torna-se possível estabelecer as distribuições de esforços internos, tensões, deformações e deslocamentos, em uma parte ou em toda a estrutura.[IV. 6]

No caso mais geral, deve-se projetar uma fundação em estacas para suportar um sistema de cargas verticais (N), horizontais (H) e momentos fletores (ou cargas-momento) (M) (Figura IV.1).

Figura IV.1 – Sistema de cargas atuantes nas estacas (caso genérico).



Fonte: Equipe de auditoria.

A fim de depreender esse sistema de cargas, sabendo-se que, geralmente, as cargas atuantes nas estacas são provenientes dos pilares, Velloso e Lopes (2010, p. 333) exemplificam que, em um caso de pilar de ponte (que poderia ser extensível a pilares de viadutos), a carga vertical decorre do peso próprio da estrutura e das cargas sobre a ponte (a exemplo do trem-tipo), as cargas horizontais longitudinais são oriundas, por exemplo, da frenagem e do efeito de temperatura, ao passo que as cargas horizontais transversais são resultantes da ação do vento, da força centrífuga, entre outros.

Diante desse sistema de cargas, há dois partidos de projeto de fundações. O primeiro utiliza estacas inclinadas, para que trabalhem predominantemente sob forças axiais de compressão ou tração. Já o segundo consiste em absorver as cargas horizontais por flexão, e projetam-se estacas verticais submetidas à flexão composta, isto é, sob solicitações de flexocompressão ou de flexotração, o que possibilita o emprego de tabelas e diagramas (ábacos) usuais de concreto armado. Salienta-se que esse segundo partido de projeto foi o adotado no objeto da presente auditoria, cujos cálculos exemplificativos serão pormenorizados no Anexo V.

Diante disso, Velloso e Lopes (2010, p. 333) preceituam que o problema consistirá, basicamente, na avaliação de três aspectos:

1. Estabilidade (ou segurança à ruptura do solo), isto é, verificar se o solo é capaz de suportar, com a segurança desejada, as tensões que lhe são transmitidas pela estaca;
2. Deslocamentos, ou seja, verificar se o deslocamento (e a rotação) do topo da estaca sob a carga de trabalho é compatível com a estrutura suportada; e



3. Dimensionamento estrutural da estaca, quando será necessário prever os esforços solicitantes.

É por isso que a NBR 6122 da ABNT, prescreve que, quando há esforços transversais – sejam forças horizontais (H), sejam momentos fletores (M) –, aplicados no topo de estacas, pode ocorrer a plastificação do solo ou do elemento estrutural, de modo que o projeto deve considerar esse comportamento na verificação da segurança contra ELU e contra ELS.[IV.7]

Trata-se, portanto, de um caso de interação fundação-estrutura (ou interação solo-estrutura), cujos processos de análise estrutural consideram conjuntamente as deformabilidades das fundações e da superestrutura.[IV.8] É uma premissa que deve ser considerada na análise estrutural de casos mais complexos[IV.9], tais como os que envolvem forças horizontais (H) ou momentos fletores (M) significativos, como é o caso de pontes e viadutos, os quais geralmente apresentam comportamento sensível à deformabilidade das fundações[IV.10].

Acerca desse assunto, é válida a elucidação de Rebello (2008, p. 150):

Nos procedimentos tradicionais, as cargas que chegam aos pilares ou aos pontos de contato da superestrutura com as fundações são aquelas com as quais a fundação é dimensionada, como se a superestrutura e as fundações fossem entes completamente distintos. Todavia, é fácil perceber que, para haver **compatibilidade física, as deformações apresentadas pela estrutura na fundação, assim como aquelas apresentadas pelo solo devem ser iguais**. Essa compatibilidade entre deformações solo-superestrutura provoca uma **reorganização tanto no comportamento da superestrutura como na distribuição de cargas nas fundações**. Um modelo como esse, que considere a continuidade da superestrutura em relação ao solo, **é muito mais realista que o tradicional**. Por outro lado, é um **modelo muito mais complexo, pois necessita levar em consideração condições não-lineares**. Além disso, **precisa de informações bastante precisas sobre o comportamento do solo**. Os modernos computadores, com os sofisticados programas de análise não-lineares, permitem que modelos mais sofisticados e mais realistas, como esses, possam ser abordados. (grifo nosso)

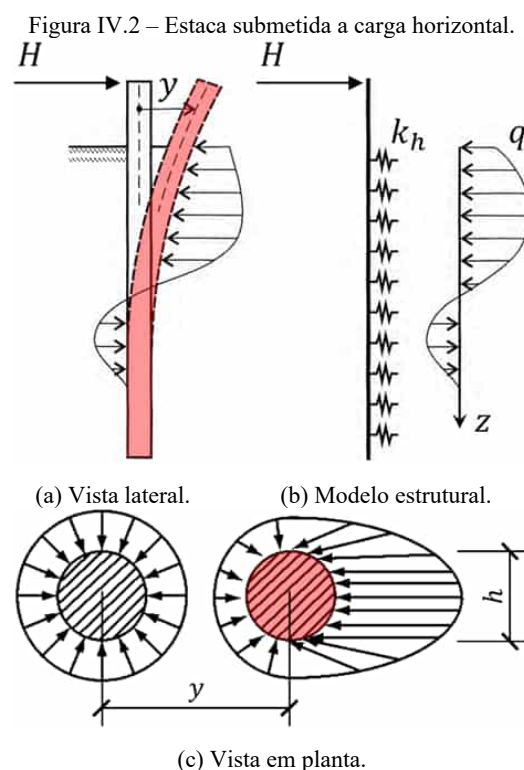
Diante disso, como as estacas são total ou parcialmente enterradas, bem como são ligadas à mesoestrutura e à superestrutura de maneira simples ou complexa, os esforços solicitantes nos fustes[3.6] das estacas devem ser calculados considerando-se esse vínculo, assim como os efeitos da contenção lateral do terreno (PFEIL, 1988, p. 390).

No tocante às tensões (“pressões”) laterais do terreno, é sabido que elas dependem dos deslocamentos transversais das estacas, cujas “leis físicas de variação” dependem de diversos fatores, isto é, são funções de inúmeras variáveis. Assim, não é possível adotar uma única metodologia de cálculo que abarque todos os casos da prática (PFEIL, 1988, p. 390).

Inobstante, existem “leis físicas” essencialmente empíricas que possibilitam a análise técnica do fenômeno. Pfeil (1988, p. 390) ensina que, nos casos mais correntes, envolvendo solos não coesivos (areias), argilas e siltes normalmente adensados, a carga lateral do terreno (q) pode ser admitida proporcional ao deslocamento transversal (y) do fuste e à profundidade (z) do ponto considerado, da seguinte forma:

$$q = k_h \cdot z \cdot y \quad (\text{IV.1})$$

Ilustrativamente, o fenômeno pode ser descrito como na Figura IV.2.



Fontes: (a) e (b) adaptado de Velloso e Lopes (2010, p. 334); e (c) adaptado de Reese e van Impe (2011, p. 4)

Note-se das Figuras IV.2 *a* e *c* que a estaca, ao ser submetida a uma carga horizontal (H), deforma-se (a exemplo da conformação destacada em vermelho). Acontece que o solo, ao resistir à movimentação da estaca, gera tensões (“pressões”) de reação na fundação.

Um dos modelos mais conhecidos e utilizados, devido à simplicidade para considerar a interação solo-estrutura, é o que representa as propriedades do solo por meio de uma série de “molas” não conectadas e linearmente elásticas no contorno entre o fuste da estaca e o solo, conhecido como Hipótese de Winkler ou Modelo de Molas (Figura IV.2*b*). Trata-se de



uma extensão da Teoria de Winkler, formulada em 1867 para o estudo de vigas de fundação sobre apoios elásticos, que parte do princípio de que as tensões de contato no solo são proporcionais aos recalques[IV.11] (VELLOSO e LOPES, 2010, p. 127).

E são justamente essas considerações que estão expressas na Eq. (IV.1) e na Figura IV.2b, em que o coeficiente de reação lateral do terreno (k_h) é determinado mediante a realização de ensaios de carga horizontal em estacas (PFEIL, 1988, p. 391).

No caso do objeto da auditoria, verificou-se que esse foi o modelo de cálculo adotado para obtenção dos esforços solicitantes dos estacões, consoante expresso no memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra:

Os coeficientes de reação lateral - k_h foram adotados conforme Tabela 6.9.1 do Livro Pontes em Concreto Armado, Walter Pfeil.

[...]

A modelagem da contenção lateral (interação solo-estrutura) será realizada através da hipótese de Winkler, que admite molas discretas adjacentes aos nós das fundações, simulando apoios elásticos, diretamente proporcionais aos coeficientes de reação lateral. (“MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS O.A.E. VIADUTO 08 e 09”, SEI nº 94287093, p. 9, grifo nosso)



ANEXO V. EXEMPLIFICAÇÃO DO CÁLCULO ESTRUTURAL DOS ESTACÕES E1 E E4 (EIXO 1 – OAE 8)

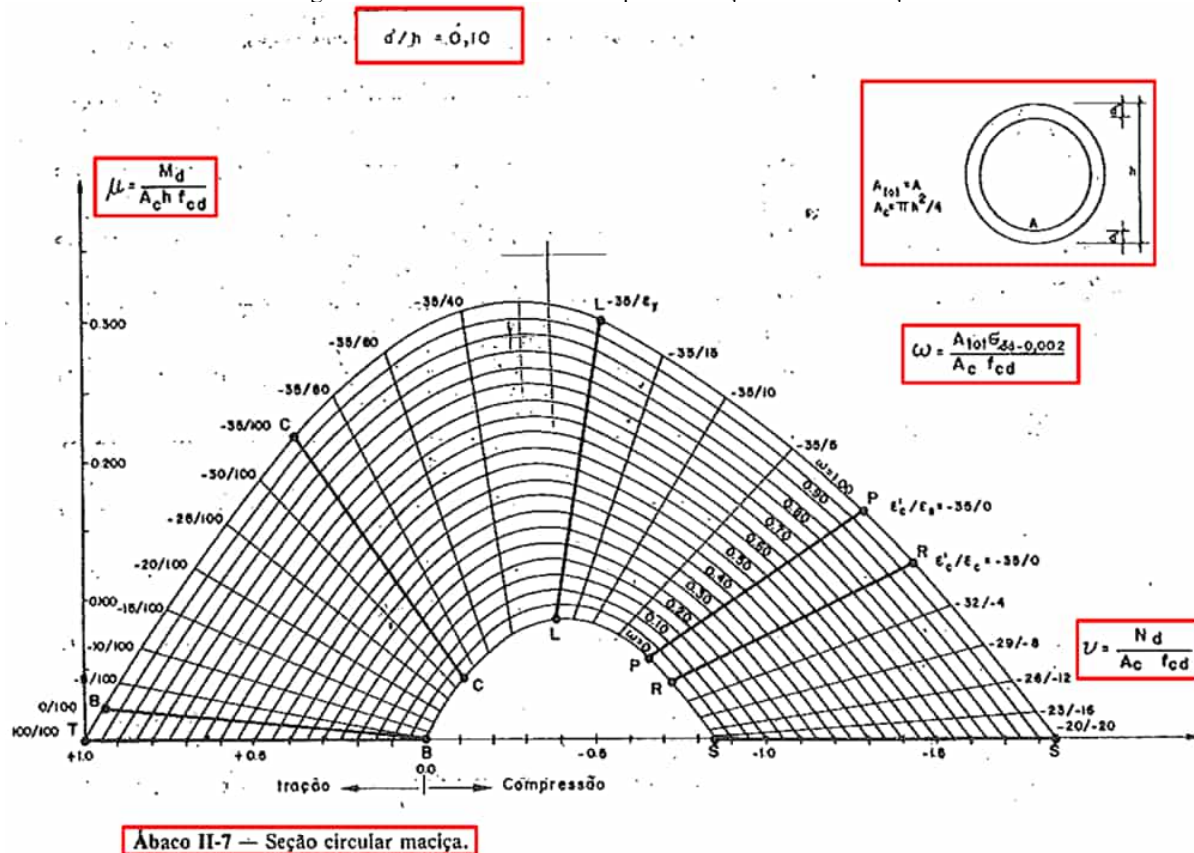
Inicialmente, é preciso salientar que o estudo da capacidade de carga de uma estaca necessariamente perpassa pela avaliação tanto da resistência estrutural do material constitutivo da estaca, quanto da resistência do solo que lhe dá suporte (ALONSO, 2012, p. 1). Nesse sentido, observou-se que o memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra subdividiu o “*CÁLCULO E DIMENSIONAMENTO DAS FUNDAÇÕES*” em “*Esforços Atuantes nas Estacas*”, “*Materiais*”, “*Dimensionamento Estrutural das Estacas*” e “*Cálculo da Capacidade de Carga Geotécnica das Estacas*”.

Só que, como a equipe de auditoria só teve tempo hábil para avaliar detidamente o item 5 da amostra de auditoria (Tabela 1), referente às armaduras[V.1] das estacas, serão pormenorizados os critérios e os cálculos apenas dos tópicos afetos à resistência estrutural das estacas, a partir dos quais se obtém a “*Área de Aço*”. Dessa feita, o “*Cálculo da Capacidade de Carga Geotécnica das Estacas*” não será elucidado, de modo que os estacões serão tratados apenas do ponto de vista estrutural, ou seja, serão tidos apenas como elementos estruturais.

A mais disso, informa-se que a equipe de auditoria conseguiu chegar, praticamente, aos mesmos resultados do memorial de cálculo. Diz-se “praticamente”, pois a única divergência (**frise-se irrisória**) foi nos resultados dos parâmetros adimensionais adotados para imputar nos ábacos (diagramas) de flexão composta.

Sobre isso, antecipa-se que se verificou que o ábaco utilizado no memorial de cálculo provém do Volume II do livro *Curso de Concreto* de José Carlos Sússekind (Figura V. 1), que considera **apenas** a relação envolvendo a distância do eixo das armaduras em relação à borda da seção transversal de $d'/h = 0,10$.

Figura V.1 – Ábaco de flexão composta de seção circular maciça.

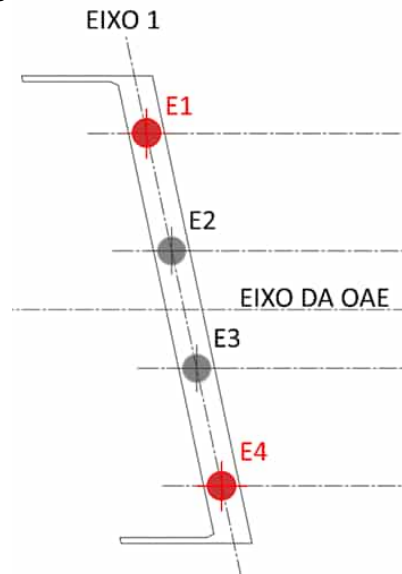


Fonte: Excerto (com destaques) de Süsskind (1987, p. 152).

Só que, como será demonstrado, os arranjos de armaduras adotados para os estações das OAE 8 e 9 fornecem uma relação mais próxima de $d'/h = 0,05$, razão pela qual a equipe de auditoria decidiu recorrer aos ábacos da obra *Hormigón Armado* de Pedro Jiménez Montoya, que, para além da relação $d'/h = 0,10$, ainda dispõe de diagramas para $d'/h = 0,05$ (Figura V.16) e $d'/h = 0,15$. De todo modo, defende-se que tal modo de proceder certamente não macula em nada o achado.

Por fim, visando abreviar o tempo despendido na aplicação da técnica de conferência de cálculos, bem como facilitar a exposição do relato, será exemplificado apenas o caso dos Estações E1 e E4, ambos do Eixo (de Apoio) 1 da OAE 8 (Figura V.2).

Figura V.2 – Estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).



Fonte: Adaptado da “*FOLHA 04/16*”, do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045797).

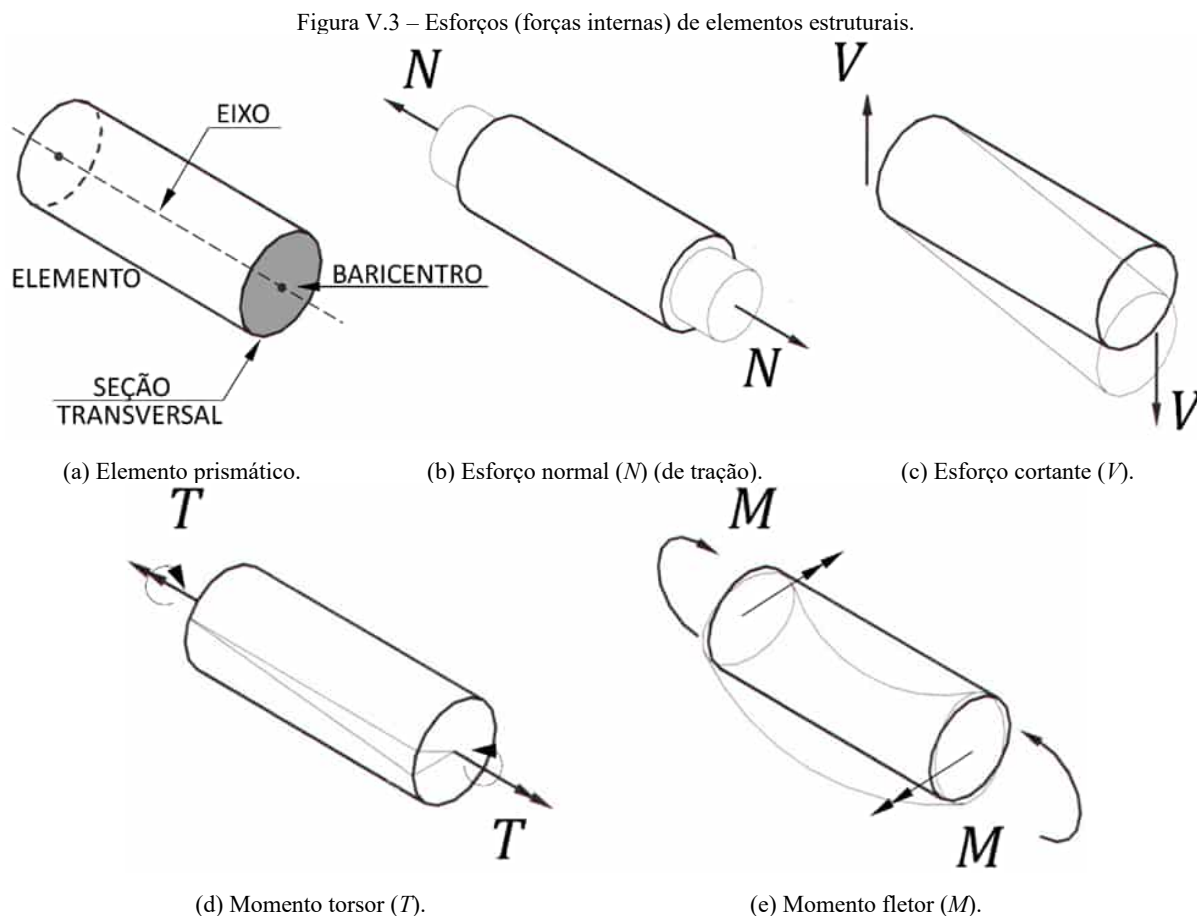
V.1. Esforços solicitantes

Segundo disposto no memorial de cálculo, o dimensionamento estrutural dos Estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8), destacados em vermelho na Figura V.2, considerou-os como elementos estruturais submetidos à **flexão composta**.

Para compreender brevemente o que isso significa, é oportuno saber que a terminologia usada na designação dos esforços solicitantes (forças internas resultantes)[V.2] que atuam nas estruturas tem origem nos efeitos da deformação[III.26] dos elementos estruturais associados a cada um dos esforços.

Portanto, tomando-se por base um elemento estrutural prismático, isto é, com seção transversal constante e eixo longitudinal retilíneo (Figura V.3a), nota-se que, diante da existência de uma força externa (carga) atuante[V.3], o elemento deforma-se. E, a depender do modo como ele vir a se deformar, será possível analisar quais são os esforços atuantes no baricentro da seção geométrica do elemento.

Assim, o esforço normal (axial) (N) alonga (traciona) ou encurta (comprime) o eixo do elemento (Figura V.3b), o esforço cortante (V) “corta” o eixo da peça (Figura V.3c), o momento torsor (T) “torce” o eixo (Figura V.3d) e o momento fletor (M) o “flete” (Figura V.3e).



Fonte: Adaptado de Portela e Silva (2006, p. 28).

Sendo assim, pode-se dizer que a “flexão” corresponde à deformação de um elemento estrutural “*resultante da aplicação de uma ou mais cargas normais ao seu eixo, que o encurvam*” (BRASIL, 1997b). Quanto ao seu tipo, a flexão pode ser reta (normal ou plana) e desviada (assimétrica ou oblíqua), já em relação aos esforços que lhe dão origem, a flexão pode ser simples ou composta.

Na flexão simples, atuam momento fletor sem esforço normal, enquanto que na flexão composta atuam momento fletor e esforço normal (PORTELA e SILVA, 2006, p. 131). Ou seja, quando existir momento fletor (M) associado a (combinado com) um esforço normal (N), independentemente de existir ou não esforço cortante (V), a flexão será composta. Trata-se de uma situação em que há atuação de esforços compostos, isto é, mais de um esforço solicitante preponderante solicita e deforma o elemento estrutural, produzindo, na seção transversal, trações e compressões simultaneamente (PORTELA e SILVA, 2006, p. 138).

Sendo assim, ao considerar o elemento estrutural estaca sob flexão composta, é possível ainda obter as representações gráficas das funções [V.4] dos esforços momento fletor (M)



e esforço normal (N), de modo a fornecerem os respectivos valores atuantes em qualquer seção da estaca. Essas representações, traçadas perpendicularmente ao eixo do elemento, são denominadas de diagramas de esforços solicitantes.

Sobre a importância desses diagramas de esforços, Portela e Silva (2006, p. 31) lecionam:

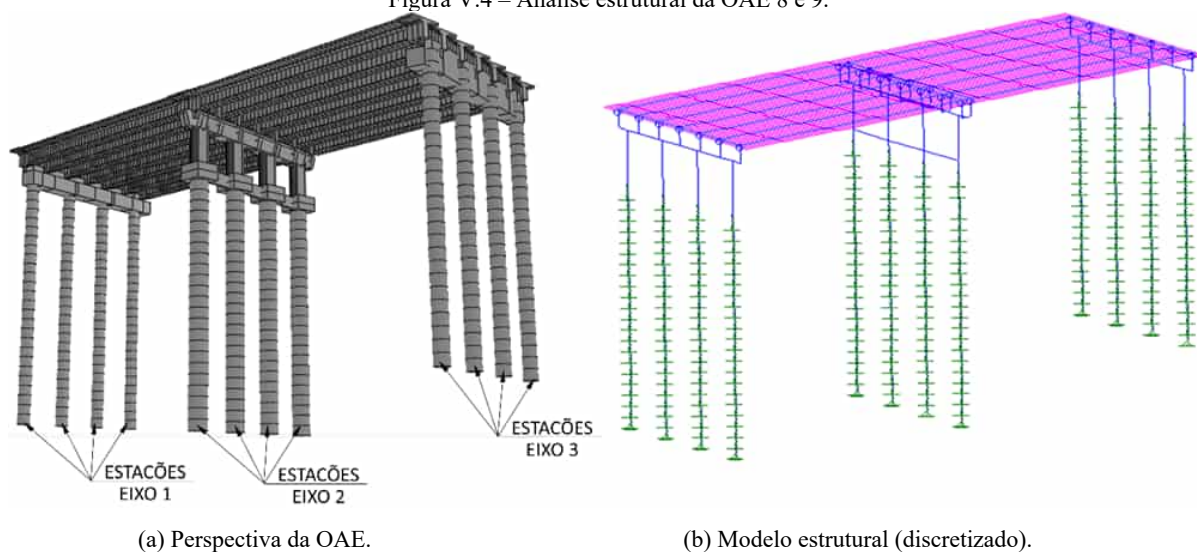
Ao verificar a **segurança** numa estrutura, é necessário conhecer em que seção atuam os **esforços mais elevados**. Essa tarefa é **enormemente facilitada** com o traçado dos **diagramas de esforços** ao longo do eixo de todas as peças que constituem a estrutura, os quais mostram a evolução dos respectivos esforços. (grifo nosso)

Tendo em conta esses conceitos introdutórios, informa-se que, de acordo com a NBR 7187 da ABNT, que trata sobre projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto, está disposto acerca do memorial de cálculo que ele deve ser iniciado com uma indicação clara do modelo estrutural adotado, com as dimensões principais, características dos materiais, condições de apoio, carregamentos aplicados, hipóteses de cálculo e outras informações que sejam necessárias para defini-lo. Na sequência, os cálculos destinados à determinação dos esforços solicitantes e ao dimensionamento dos elementos estruturais devem ser apresentados em sequência lógica e cujos resultados possam ser facilmente entendidos, interpretados e verificados. [V.5] Ademais, no caso de os cálculos serem efetuados com auxílio de computadores, devem ser fornecidas as identificações dos programas e as indicações claras dos dados de entrada (*inputs*) e de saída (*outputs*). [V.6]

Nesse diapasão, observou-se que a análise estrutural das OAE 8 e 9 foi procedida mediante o *Software STRAP Structural Analysis Program*, que emprega o Método dos Elementos Finitos – MEF, uma metodologia para modelar e processar estruturas que só se torna viável mediante o uso computacional [V.7]. E, no caso específico dos estações, foi considerada ainda a interação fundação-estrutura mediante a Hipótese de Winkler, cujos detalhes estão descritos no subitem IV.2 do Anexo IV.

Como forma de evidenciar isso, note-se da Figura V.4b que o modelo estrutural das OAE 8 e 9 considera a estrutura discretizada em elementos finitos. Além disso, é possível notar que os estações (em verde) têm as representações das “molas” (coeficientes de reação lateral do terreno – k_h) oriundas da Hipótese de Winkler.

Figura V.4 – Análise estrutural da OAE 8 e 9.

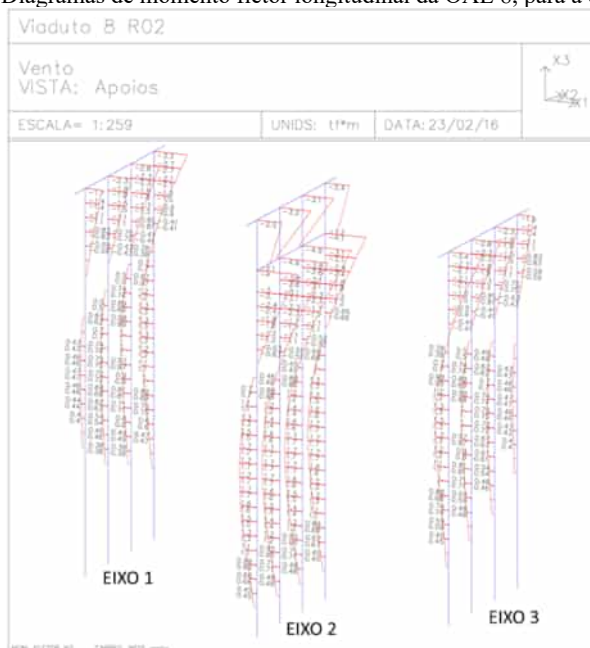


Fonte: Adaptado de “MEMÓRIA DE CÁLCULO DAS ESTRUTURAS O.A.E. VIADUTO 08 e 09” (SEI nº 94287093, p. 9/10).

Ademais, verificou-se que, diferentemente do projeto executivo original, o projeto executivo readequado em fase de obra **não consignou** nenhum diagrama de esforço solicitante dos estacões. Quanto a isso, defende-se que um dos dados de saída (*outputs*) que deveriam constar do memorial de cálculo seriam tais diagramas de esforços, visto que eles teriam o condão de facilitar o entendimento, a interpretação e a verificação dos cálculos de dimensionamento desses elementos, conforme determina a NBR 7187 da ABNT.

Como meio de exemplificar isso, seguem os diagramas de momento fletor longitudinal da OAE 8, para o caso de carga de vento, previstos no projeto executivo original:

Figura V.5 – Diagramas de momento fletor longitudinal da OAE 8, para a carga de vento.



Fonte: Adaptado do memorial de cálculo do projeto executivo original da OAE 8 (SEI nº 38855502, p. 101).

Como salientado, observe-se da Figura V.5 que a evidenciação dos diagramas de momento fletor (M) permitem visualizar a variação desse esforço ao longo do comprimento da estaca, contribuindo sobremaneira na compreensão do comportamento estrutural do elemento.

Igualmente, detectou-se que somente o projeto executivo original (SEI nº 38855502, p. 118/123; e nº 38855542, p. 108/113) deu transparência aos coeficientes de ponderação das ações (γ_f), suas combinações, assim como os respectivos fatores de redução (ψ), consoante determinam as NBR 7187 e 8681, ambas da ABNT[v.8].

Também para fins de esclarecimento, segue o caso de um trecho de 1,0 m de estaca do Eixo 1 (com diâmetro de 1,20 m) localizado no elemento finito de “Barra: 835” e “Nó: 3976”, cujos esforços solicitantes foram obtidos para as diversas combinações de ações:

Figura V.6 – Combinações de ações dos estacões do Eixo 1 (OAE 8).

AÇÃO	N_k (tf)	M_{1k} (tf.m)	M_{2k} (tf.m)	γ_f	ψ	φ	N_d (tf)	M_{1d} (tf.m)	M_{2d} (tf.m)	
C. permanentes	198,77	-3,2	-0,11	1,35			268,34	-4,32	-0,15	
Frenagem	-0,58	10,17	-1,68	1,5	0,7		0,61	10,68	1,76	
Retração térmica do concreto	-0,67	10,577	-1,701	1,2			-0,81	12,69	-2,04	
Varição da temperatura	-0,29	4,533	-0,729	1,2	0,6		-0,21	3,26	-0,52	
Empuxo de solo	-2,15	34,99	-5,62	1,35			-2,90	47,24	-7,59	
Empuxo de sobrecarga	-0,38	6,17	-0,99	1,5	0,7		-0,40	6,48	-1,04	
Vento	-3,02	0,97	2,31	1,4	0,6		2,54	0,81	1,94	
Força centrífuga	0,00	0	0	1,5	0,7		0,00	0,00	0,00	
C. móvel	2,63	2,05	-0,36	1,5						
						1,225	4,83	3,77	-0,66	
						$\Sigma=$	272,00	80,61	-8,30	81,04

Fonte: Adaptado[V.9] do memorial de cálculo do projeto executivo original da OAE 8 (SEI nº 38855502, p. 118).

Assim sendo, entende-se que o fato de o memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra não ter consignado os diagramas de esforços solicitantes, nem as hipóteses de combinações de cargas, não apenas destoam das prescrições normatizadas pela ABNT, como também do princípio da transparência. Acerca disso, entende-se que, no trato com a Administração Pública, a transparência deve ser a regra, pois ela “*exige não somente ‘informação disponível’, mas também ‘informação compreensível’*” (MOTTA, 2018), tanto mais em se tratando de informação técnica.

Dito isso, a partir dos carregamentos atuantes nas estruturas das OAE 8 e 9, dispostas na seção “2 - CARREGAMENTO” do memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 94287093, p. 12/22), foram encontrados os seguintes “*Esforços Atuantes*” para os Estacões E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8):

 Tabela V.1 – “*Esforços Atuantes*” nos Estacões E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).

Tipo de Esforço	Tipo de Carregamento	Valor
“ <i>Esforço Normal</i> ”	Carga Permanente	162,491 <i>tf</i>
	Vento (Sentido Transversal)	$\pm 2,590$ <i>tf</i>
	Carga Móvel (+)	91,846 <i>tf</i>
	Carga Móvel (-)	- 7,204 <i>tf</i>
	Peso Próprio	73,513 <i>tf</i>
“ <i>Momentos Fletores Longitudinais</i> ”	Frenagem, Aceleração e Vento	14,407 <i>tf.m</i>
	Temperatura e Retração	4,831 <i>tf.m</i>
	Empuxo nos Encontros	75,644 <i>tf.m</i>
	Carga Móvel	3,720 <i>tf.m</i>
“ <i>Momentos Fletores Transversais</i> ”	Vento	2,821 <i>tf.m</i>
	Carga Permanente	1,644 <i>tf.m</i>
	Carga Móvel	4,339 <i>tf.m</i>

Fonte: Memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045746, p. 180).

Presume-se que os “*Esforços Atuantes*” da Tabela V.1 correspondem aos esforços solicitantes “de cálculo”, isto é, aqueles obtidos a partir dos valores representativos das ações [2.29], já computados os respectivos coeficientes de ponderação (γ_f) e fatores de redução (ψ). Ou seja, não foram considerados como sendo esforços “característicos”[V.10].

Tal presunção está estribada no fato de que, como dito, não foram encontrados, em relação aos estacões, os diagramas dos esforços solicitantes, as combinações de carga, os coeficientes de ponderação das ações (γ_f) e os fatores de redução (ψ).

Dito isso, notou-se que os esforços solicitantes (considerados “de cálculo”) totais foram obtidos como descrito a seguir.

O “*Esforço Normal máximo*” ($N_{d,m\acute{a}x}$) deve-se à atuação da carga permanente[V.11], da carga devida ao vento (no sentido transversal), da carga móvel[V.12] (positiva) e do peso próprio:

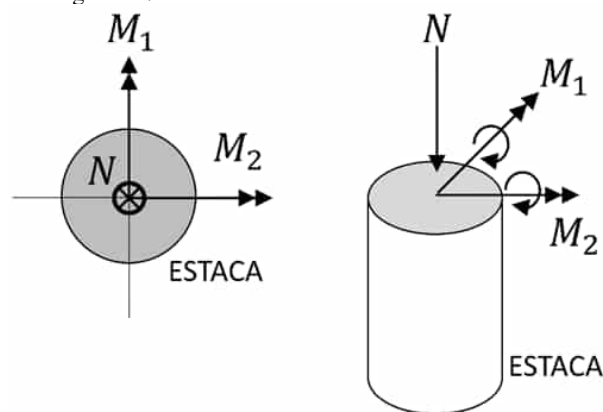
$$N_{d,m\acute{a}x} = 162,491 + 2,590 + 91,846 + 73,513 = 330,440 \text{ tf} \quad (\text{V.1})$$

Por sua vez, o “*Esforço Normal mínimo*” ($N_{d,m\acute{i}n}$) é oriundo da carga permanente, da carga devida ao vento (no sentido transversal) e da carga móvel (negativa):

$$N_{d,m\acute{i}n} = 162,491 - 2,590 - 7,204 = 152,697 \text{ tf} \quad (\text{V.2})$$

Em relação aos momentos fletores, é preciso ter em mente que eles atuam nas direções longitudinal (M_1) e transversal (M_2) da seção transversal da estaca[V.13] (Figura V.7).

Figura V.7 – Momentos fletores atuantes nas estacas.



(a) Vista em planta.

(b) Vista em perspectiva.

Fonte: Equipe de auditoria.

Assim, o momento fletor longitudinal (M_1) é resultante das parcelas de carga oriundas da frenagem e da aceleração[V.14], do vento (na direção longitudinal), da variação de temperatura[V.15], da retração do concreto[V.16], do empuxo nos encontros[V.17] e da carga móvel:

$$M_1 = 14,407 + 4,831 + 75,644 + 3,720 = 98,602 \text{ tf.m} \quad (\text{V.3})$$

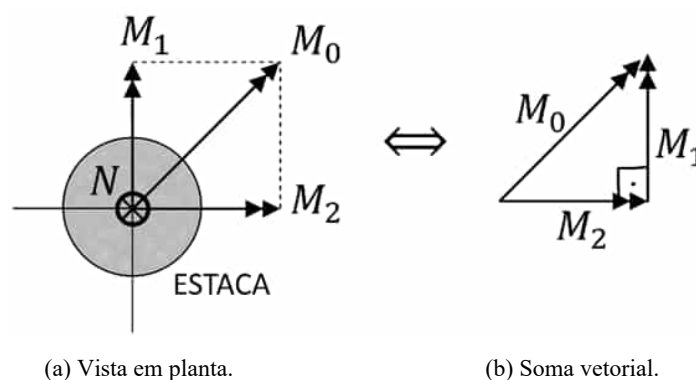
Já o momento fletor transversal (M_2) é decorrente das parcelas de carga de vento (na direção transversal), de carga permanente e de carga móvel:

$$M_2 = 2,821 + 1,644 + 4,339 = 8,804 \text{ tf.m} \quad (\text{V.4})$$

De modo que, à luz da Figura V.8, conclui-se que o “*Momento Fletor Resultante*” (M_0) é igual a:

$$\vec{M}_0 = \vec{M}_1 + \vec{M}_2 \text{ ou } M_0 = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}$$
$$M_0 = \sqrt{(98,602)^2 + (8,804)^2} = 98,994 \text{ tf.m} \quad (\text{V.5})$$

Figura V.8 – Momento fletor resultante (M_0).



(a) Vista em planta.

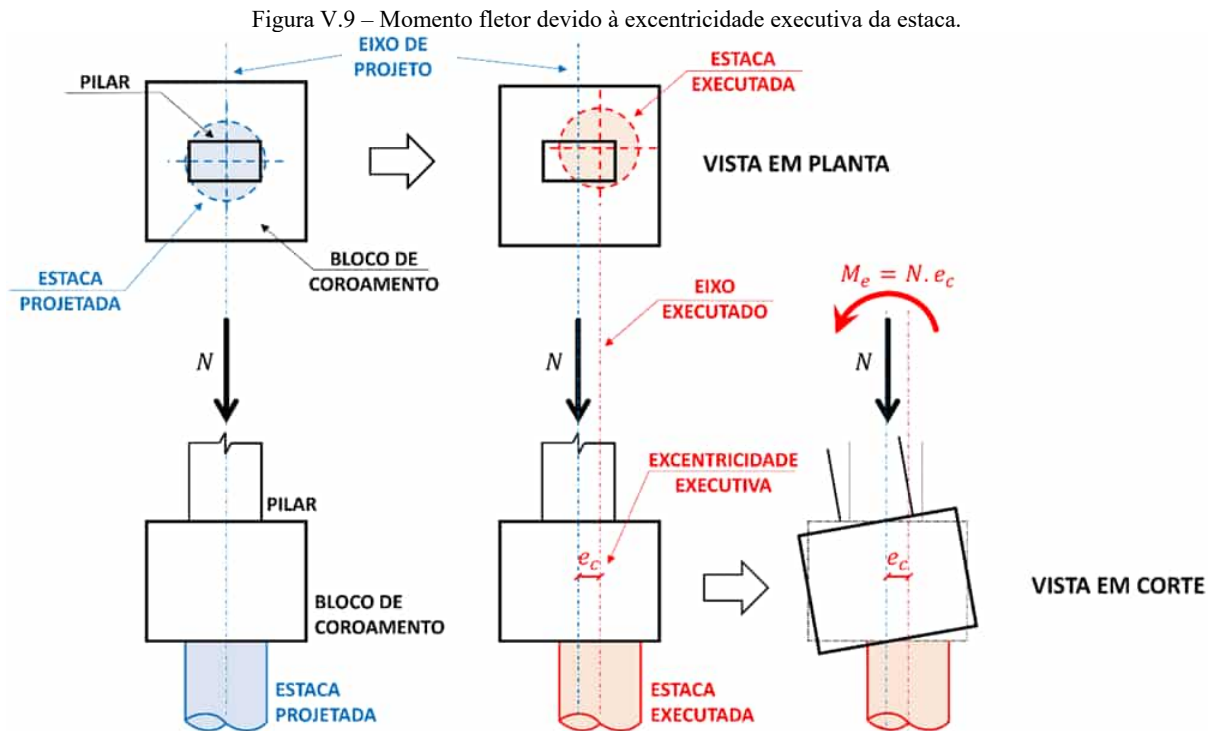
(b) Soma vetorial.

Fonte: Equipe de auditoria.

Além disso, como as excentricidades construtivas (executivas ou acidentais) são inevitáveis nos diversos tipos de fundações, a NBR 6122 da ABNT, determina que, no caso de estacas isoladas e estacas dispostas segundo um único alinhamento, elas devem ser projetadas de modo a suportar os momentos fletores introduzidos por excentricidades estimadas pelo projetista [V.18].

Simplificadamente, esse fenômeno de geração de momento fletor (M_e) oriundo da excentricidade construtiva (e_c) está ilustrado na Figura V.9, em que a excentricidade corresponde

ao desvio de posicionamento (eixo) da estaca executada (em vermelho) em relação ao projetado (em azul).



Fonte: Inspirado em Rebello (2008).

Atente-se que a origem desse momento provém do conceito de “momento de uma força”, no qual a intensidade do momento (M) é diretamente proporcional à intensidade da força (F) e à distância perpendicular (ou “braço” do momento) (d), de modo que:

$$M = F \cdot d \quad (\text{V.6})$$

Dessa feita, imputando-se a carga (de cálculo) oriunda do pilar (N_d) e a excentricidade executiva (e_c) na Eq. (V.6), encontra-se o momento fletor (M_e) oriundo da excentricidade construtiva (e_c):

$$M_e = N_d \cdot e_c \quad (\text{V.7})$$

Ainda de acordo com a NBR 6122 da ABNT, as excentricidades observadas na obra para estacas isoladas só ensejam reavaliação da estabilidade dos elementos estruturais envolvidos se forem superiores a 10% da menor dimensão da estaca[V.19]. Dito de outra maneira,

a norma técnica de fundações prevê uma tolerância de desvio entre o eixo da estaca e o eixo de aplicação de carga do pilar de até 10% da menor dimensão da estaca. E, no caso de estacas com seção transversal circular (como os estacões), a menor dimensão é o próprio diâmetro.

Nesse sentido, verificou-se junto ao memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra que, **preventivamente**, houve a consideração de uma excentricidade executiva (e_c) equivalente a 10% do valor do diâmetro (h) dos Estacões E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8), isto é:

$$e_c = 0,10 \cdot h = 0,10 \cdot 1,20 = 0,12 \text{ m} \quad (\text{V.8})$$

Logo, com base no princípio da superposição[V.20], ao acrescer o momento fletor (M_e) decorrente da excentricidade acidental (e_c) (Eq. V.7) ao “*Momento Fletor Resultante*” (M_0) (Eq. V.5), encontra-se um momento de cálculo (M_d) como a seguir:

$$\begin{aligned} M_d &= M_0 + M_e \\ M_d &= M_0 + N_d \cdot e_c \end{aligned} \quad (\text{V.9})$$

De maneira que, ao considerar o caso de “*Carga Máxima*”, isto é, para o caso do “*Esforço Normal máximo*” ($N_{d,máx}$) (Eq. V.1), e a excentricidade construtiva (e_c) da Eq. (V.8), tem-se o seguinte momento fletor máximo de cálculo ($M_{d,máx}$):

$$\begin{aligned} M_{d,máx} &= M_0 + N_{d,máx} \cdot e_c \\ M_{d,máx} &= 98,994 + 330,440 \cdot 0,12 = 138,65 \text{ tf} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (\text{V.10})$$

Igualmente, para o caso de “*Carga Mínima*”, envolvendo o “*Esforço Normal mínimo*” ($N_{d,mín}$) (Eq. V.2), obtém-se o momento fletor mínimo de cálculo ($M_{d,mín}$):

$$\begin{aligned} M_{d,mín} &= M_0 + N_{d,mín} \cdot e_c \\ M_{d,mín} &= 98,994 + 152,697 \cdot 0,12 = 117,318 \text{ tf} \cdot \text{m} \end{aligned} \quad (\text{V.11})$$

Portanto, os esforços de cálculo para o dimensionamento estrutural dos Estacões E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) são:

Tabela V.2 – Esforços de cálculo dos Estacões E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).

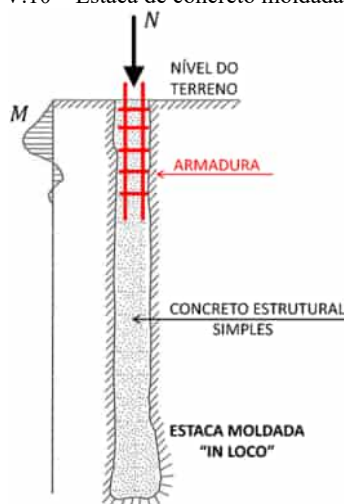
Tipo de Carregamento	Esforço Solicitante	Valor	Equação
“Carga Máxima”	“Esforço Normal máximo” – $N_{d,máx}$	330,440 <i>tf</i>	(V.1)
	Momento fletor máximo de cálculo – $M_{d,máx}$	138,65 <i>tf.m</i>	(V.10)
“Carga Mínima”	“Esforço Normal mínimo” – $N_{d,min}$	152,697 <i>tf</i>	(V.2)
	Momento fletor mínimo de cálculo – $M_{d,min}$	117,318 <i>tf.m</i>	(V.11)

Encontrados os esforços de cálculo, é preciso elucidar aspectos atinentes à necessidade ou não do emprego de armaduras nas estacas de concreto moldadas *in loco*.

V.2. Necessidade ou não de armadura em estacas de concreto moldadas *in loco*

Acerca do dimensionamento estrutural de estacas de concreto moldadas *in loco*, é importante salientar, de antemão, que “a expressiva maioria das fundações [em estacas] não é armada”, ou seja, “é de concreto simples”, pois a armadura que usualmente se vê nas obras “é na realidade a ferragem de arranque (ancoragem)” (BERBERIAN, 2015), isto é, a armadura de ligação com o bloco ou a viga de coroamento, a qual será sempre obrigatória[V.21].

Em maiores detalhes, Fusco (1995, p. 41) leciona que as estacas moldadas no local “são usualmente armadas apenas na extremidade superior”, pois é justamente nessa região “onde podem ser significativos os efeitos de flexão”, já que no restante do fuste[3.6] “a estaca é praticamente submetida apenas à compressão axial, podendo então ser feita de concreto simples” (Figura V.10).

Figura V.10 – Estaca de concreto moldada *in loco*.

Fonte: Adaptado de Fusco (1995, p. 42)



Tanto é assim que a Tabela 4, da NBR 6122:2022 da ABNT, ao tratar das estacas moldadas no solo, dispõe como um dos parâmetros de dimensionamento o chamado “*comprimento útil mínimo*” das armaduras, de forma que, no caso específico das estacas escavadas com fluido, elas devem possuir um “comprimento armado”, por assim dizer, de **no mínimo 4,0 m**, já incluído o trecho de ligação com o bloco de coroamento (caso exista). E esse “*comprimento útil mínimo*” é justamente o trecho indicado com a armadura destacada em vermelho na Figura V.10.

Para se ter ideia, do rol de estacas acostado na Tabela 4, da referida norma, apenas as estacas Franki, as estacas raiz, as microestacas e as estacas trado vazado segmentado (*Hollow Auger*) devem possuir o **fuste integralmente armado**, enquanto que as estacas hélice/hélice de deslocamento/hélice com trado segmentado, as estacas escavadas com ou sem fluido e as estacas Strauss devem possuir um “comprimento mínimo” com emprego de armaduras.

Como exemplo de aplicação prática do que ora se discute, SAES (1998, p. 353) preconiza:

Na maioria das vezes, as estacas submetidas a esforços só de compressão são armadas somente nos primeiros 5,0 m. Esta armadura é geralmente constituída de barras longitudinais de 16 mm de diâmetro espaçadas a cada 15 ou 20 cm e estribos de 10 mm de diâmetro espaçados a cada 20 cm. (grifo nosso)

Assim, com base no comportamento básico do concreto estrutural descrito no subitem II.3 do Anexo II, Fusco (1995) ainda vai dizer que, em certos casos, a integridade da estrutura pode ser mantida mesmo na ausência de armaduras de aço, desde que o início da fissuração não corresponda a um estado de ruptura. E, quando no elemento de concreto estrutural atuam tensões[V.22] preponderantes de compressão, eventuais fissurações ficam restritas a trechos localizados, sendo impedida a sua propagação no elemento.

A saber, fissuração corresponde simplificadamente à ruptura[III.15] parcial do concreto sob ações mecânicas ou químicas (BRASIL, 1997b), ou seja, trata-se da abertura de fendas muito estreitas, geralmente de pequeno comprimento (ALBERNAZ e LIMA, 1998).

Conclui-se, portanto, que o emprego de estruturas de “concreto simples” é restrito a alguns casos particulares, como é o caso típico das estacas de concreto moldadas *in loco* submetidas somente a esforços axiais de compressão, as quais carecem de armadura apenas na extremidade superior.

Adentrando-se nesse assunto, é sabido ser corrente no meio técnico considerar que os estacões estarão submetidos a cargas de trabalho que induzem no concreto do fuste tensões médias de compressão simples (tensões de trabalho) da ordem de 3,5 a 5,0 MPa

(BRASFOND, p. 18, e BERBERIAN, 2015), ou ainda, de 3,0 a 5,0 MPa (VELLOSO e LOPES, 2010, p. 205).

Informa-se que carga de trabalho é aquela efetivamente atuante na estaca, em valores característicos. E, no caso de atuarem apenas esforços normais de compressão, a tensão de trabalho (σ) da estaca corresponde à carga de trabalho (N) dividida pela área da seção transversal (A_c) [V.23], isto é:

$$\sigma = \frac{N}{A_c} \quad (\text{V.12})$$

Em vista disso, segundo Berberian (2015), à exceção das estacas com seções transversais reduzidas (a exemplo das microestacas injetadas) e das estacas longas em terrenos com espessas camadas de solo mole (solo de baixa resistência), “*as normas e especificações técnicas correntes supõem que as tensões de confinamento[V.24] sejam suficientes (quando as tensões de compressões forem menores que 5 MPa) para combater a flambagem[V.25]*”.

Percebe-se, portanto, que o limite superior de 5,0 MPa preconizado no intervalo de tensões de trabalho supracitado objetiva o combate da instabilidade por flambagem em estacas apenas mediante o material constitutivo, qual seja, o concreto estrutural simples.

Como forma de evidenciar isso, recorre-se à antiga NBR 6122:1996 da ABNT[V.26], por meio da qual estava disposto o seguinte:

7.8.9.9 Estacas submetidas apenas à compressão ou à tração

Quando as estacas escavadas com uso de lama forem submetidas apenas a esforços de compressão ou de tração, deve-se observar o disposto em 7.8.9.9.1 a 7.8.9.9.3.

7.8.9.9.1 Se a tensão média de compressão for inferior a 5 MPa, a armação é desnecessária, podendo-se, entretanto, adotar uma armadura, por motivos executivos.

7.8.9.9.2 Se a tensão média de compressão for superior a 5 MPa, a estaca deve ser armada, segundo a NBR 6118, no trecho em que a tensão média é superior a 5 MPa até a profundidade na qual a transferência de carga por atrito lateral diminua a compressão no concreto para uma tensão média inferior a 5 MPa.

7.8.9.9.3 No caso de solicitação à tração, a estaca deve ser armada pela NBR 6118, admitindo-se uma redução de 2 mm no diâmetro das barras longitudinais. Caso se prefira fazer a verificação à fissuração, fica dispensada esta redução. Em ambos os casos deve-se garantir um coeficiente de segurança global não inferior a 2. (grifo nosso)

Ou seja, em face do que estava disposto na antiga norma de 1996, se o estacão estivesse submetido **apenas a esforços normais (N) de compressão**, cujas tensões médias na seção transversal (σ) (Eq. V.12) fossem **inferiores a 5,0 MPa**, então a estaca **não necessitaria de armadura**, salvo por questões construtivas.

Ocorre que, com o advento da NBR 6122:2010 da ABNT, a tensão média atuante abaixo da qual não seria necessário armar as estacas escavadas com fluido passou a ser de **6,0 MPa** (e remanesce assim até o presente momento). Ademais, o texto normativo acerca desse tema passou a ser o seguinte:

As estacas ou tubulões podem, quando solicitados a cargas de compressão e tensões limitadas aos valores da Tabela 4, ser executados em concreto não armado, exceto quanto à armadura de ligação com o bloco. Estacas ou tubulões com solicitações que resultem em tensões superiores as indicadas na Tabela 4 devem ser dotados de armadura, que deve ser dimensionada de acordo com a ABNT NBR 6118 sem considerar excentricidade de carga. (grifo nosso)

Portanto, considerando o intervalo das tensões de trabalho de $3,0 \leq \sigma \leq 6,0 \text{ MPa}$, para os quais, salvo motivos construtivos, os estacões poderiam ser executados em concreto não armado, é possível obter o seguinte quadro com cargas de trabalho para diversos diâmetros de estacões:

Tabela V.3 – Cargas de trabalho de estacões.

Diâmetro (cm)	Área da Seção (m ²)	Carga de Trabalho (tf)						
		3,0 MPa	3,5 MPa	4,0 MPa	4,5 MPa	5,0 MPa	5,5 MPa	6,0 MPa
70	0,385	115	135	154	173	192	192	231
80	0,503	151	176	201	226	251	251	302
90	0,636	191	223	254	286	318	318	382
100	0,785	236	275	314	353	393	393	471
110	0,950	285	333	380	428	475	475	570
120 (*)	1,131	339	396	452	509	565	565	679
130	1,327	398	465	531	597	664	664	796
140	1,539	462	539	616	693	770	770	924
150	1,767	530	619	707	795	884	884	1060
160 (*)	2,011	603	704	804	905	1005	1005	1206
170	2,270	681	794	908	1021	1135	1135	1362
180	2,545	763	891	1018	1145	1272	1272	1527
190	2,835	851	992	1134	1276	1418	1418	1701
200	3,142	942	1100	1257	1414	1571	1571	1885

(*) Foram destacadas as cargas de trabalho referentes aos diâmetros das fundações das OAE 8 e 9.

As cargas de trabalho da Tabela V.3 foram obtidas mediante o uso da Eq. (V.12), sabendo-se que a área da seção (A_c), obtida a partir do diâmetro (h), é dada por:

$$A_c = \pi \cdot \frac{h^2}{4} \quad (\text{V.13})$$



Portanto, em face da carga de trabalho (N) proveniente da análise estrutural, é possível, em uma etapa de **pré-dimensionamento**, definir o diâmetro do estacaço (h) por meio da Tabela V.3, objetivando, a princípio, a escolha da seção transversal da estaca em concreto não armado (concreto simples estrutural).

Tanto é assim que Pfeil (1988) salienta que, em relação ao dimensionamento das estacas, a seção transversal é geralmente “*escolhida em função da carga admissível*[V.27]”, de modo que “*os valores obtidos para as cargas axiais devem ficar abaixo dos valores admissíveis especificados nas normas*”.

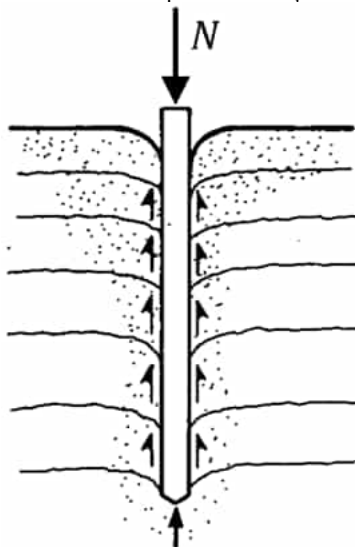
Só que, Pfeil (1988) também acresce o fato de que “*a consideração do apoio lateral das estacas no terreno tem grande influência nos valores obtidos para as cargas axiais*”, tornando a análise mais complexa e requerendo o uso de “*programas de computação*”, como procedido no projeto executivo das OAE 8 e 9, consoante tratado no subitem anterior.

Nesse sentido é que impende destacar outras hipóteses em que será necessário armá-las de acordo com projeto específico. Para tanto, serão destacadas quatro situações, sendo que as três primeiras constavam expressamente da superada NBR 6122:1996 da ABNT.

A primeira delas diz respeito ao caso de estacas submetidas “*apenas a esforços de compressão*”, em que, mesmo a “*tensão média de compressão*” sendo “*inferior a 5 MPa*” (atualmente 6,0 MPa), a adoção de armadura pode se dar “*por motivos executivos*” (tecnicamente justificáveis, por óbvio).

A segunda situação também se refere a estacas submetidas “*apenas a esforços de compressão*”, porém, especificamente aos trechos do fuste em que “*a tensão média de compressão*” é “*superior a 5 MPa*” (atualmente 6,0 MPa), os quais necessitam de armadura. Nesse caso, como se sabe, à medida que a profundidade aumenta, “*a transferência de carga por atrito lateral*” do fuste com o solo diminui a tensão de compressão no concreto (Figura V.11), de maneira que, a partir de uma certa profundidade, a “*tensão média de compressão*” no concreto passa a ser “*inferior a 5 MPa*” (atualmente 6,0 MPa), recaindo, no caso de não ser necessária armadura, como se discutiu.

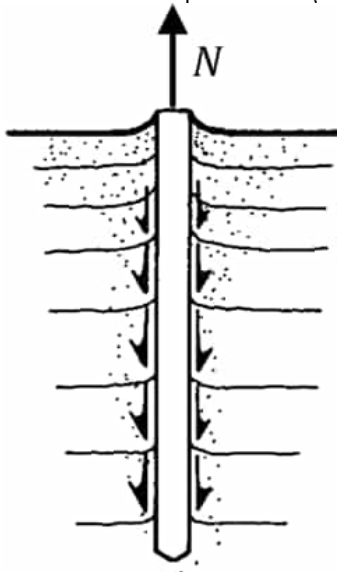
Figura V.11 – Estaca submetida apenas a esforço axial de compressão.



Fonte: Adaptado de Vesic (1977).

A terceira hipótese consiste em estacas submetidas “*apenas a esforços [...] de tração*” (Figura V.12). A saber, estacas submetidas à tração são ocorrentes em tipologias específicas de obras de Engenharia, tais como estruturas *off-shore*, torres de linhas de transmissão, ancoragens de lajes de subpressão. Nessas situações, “*a estaca deve ser armada*”, pois, de acordo com o comportamento descrito no subitem II.3 do Anexo II, sabe-se que o concreto estrutural simples possui baixa resistência à tração, razão pela qual, ele deve ser associado a armaduras de aço para manter a integridade do elemento.

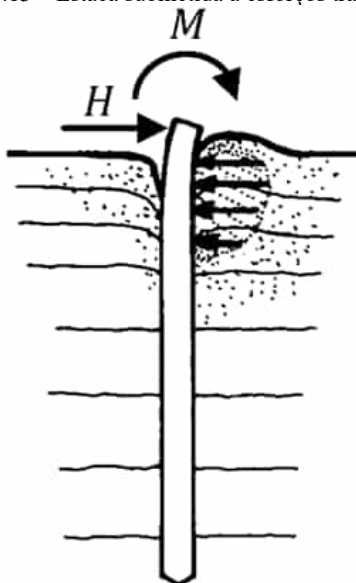
Figura V.12 – Estaca submetida apenas a esforço axial de tração.



Fonte: Adaptado de Vesic (1977).

Por fim, a quarta situação diz respeito a estacas submetidas a outros esforços solicitantes que não apenas esforços normais de compressão ou de tração, quais sejam, os esforços transversais – forças horizontais (H) ou momentos fletores (M) (Figura V.13) –, que são capazes de gerar esforços de tração nas fundações e que, a depender de sua magnitude, só podem ser resistidos mediante a presença de armaduras.

Figura V.13 – Estaca submetida a esforços transversais.



Fonte: Adaptado de Vesic (1977).

Ainda nessa senda, um último aspecto que merece destaque, dada a sua relevância nos elementos de concreto estrutural, refere-se às denominadas “armaduras mínimas”, que estão intimamente relacionadas ao fenômeno da fissuração do concreto, brevemente descrito no subitem II.3 do Anexo II.

Sobre esse tema, faz-se oportuno colacionar os ensinamentos de Fusco (2008, p. 72/73):

No caso do concreto armado, em certas ocasiões, **a falta de segurança pode decorrer de um excesso de resistência e não de sua falta. Isso é o que ocorre, por exemplo, na determinação das armaduras mínimas das peças estruturais.**

O que se pretende, ao ser especificada certa armadura mínima, é que o aço existente na estrutura tenha resistência suficiente para suportar as tensões de tração que são liberadas do concreto quando este sofre fissuração. Neste caso, o perigo consiste em se construírem peças que cheguem à ruptura quando o concreto sofre uma simples fissuração. (grifo nosso)

Precisamente, Süssekind (1980, p. 116) vai dizer que esse valor mínimo visa a prevenir uma situação que pode ocorrer nos casos particulares de elementos estruturais cuja



seção transversal (seja por motivos construtivos, seja por exigências arquitetônicas) é muito superior àquela que seria necessária pelo dimensionamento, isto é, quando o elemento está **superdimensionado**. Nesses casos, quando esses elementos superdimensionados forem submetidos às cargas de serviço, seu desempenho ainda deve estar situado no Estádio I, pois a tensão máxima na região tracionada (σ_{ct}) não atinge o valor da resistência do concreto à tração (f_{ct}). Entretanto, um aumento de carga pode fazê-la passar do Estádio I para o Estádio II e, justamente a fim de se evitar uma ruptura brusca (“sem prévio aviso”) do concreto na região tracionada quando dessa passagem entre Estádios, faz-se necessário existir nessa região uma armadura mínima de tração ($A_{s,min}$) capaz de assegurar ao elemento estrutural uma resistência no Estádio II ao menos igual àquela que possui no Estádio I[V.28].

Em acréscimo, Fritz e Mönnig (1977, p. 171) salientam que não se pode deixar de considerar as tensões de coação causadas por temperatura, retração e efeitos semelhantes, haja vista que podem facilmente atingir os limites da resistência à tração (f_{ct}). Assim, a própria carga de utilização pode provocar uma fissura, com a qual surge simultaneamente uma ruptura brusca.

Ou seja, a armadura mínima ($A_{s,min}$) objetiva evitar rupturas frágeis do concreto[V.29] à tração quando da formação das primeiras fissuras. Tal é a preocupação com esse assunto, que todas as normas técnicas da ABNT que tratam de elementos de concreto estrutural preconizam um percentual mínimo de armadura (ρ_{min}) a ser alojado nos elementos estruturais.

Dito isso, face aos esforços solicitantes oriundos da flexão composta dispostos no subitem anterior, conclui-se que os estacões das OAE 8 e 9 carecerão do emprego de armaduras de aço para combater as tensões de tração existentes, ainda que essas armaduras sejam as “mínimas” preconizadas por norma. Portanto, para obter a quantidade de aço necessária para armar os estacões, é preciso, antes, avaliar a resistência dos materiais empregados.

V.3. Resistência dos materiais

Como o projeto previu que as estacas são de concreto armado e escavadas com uso de fluido estabilizante, bem como considerou a classe de agressividade ambiental – CAA II (urbana e moderada)[III.28], sabe-se que, de acordo com a NBR 6122 da ABNT[V.30], o concreto deve possuir classe de resistência C30 ($f_{ck} = 30 \text{ MPa}$), com coeficiente de ponderação (minoração, *in casu*) da resistência (γ_c) de:

$$\gamma_c = 2,7 \quad (\text{V.14})$$

O que faz com que a resistência de cálculo do concreto à compressão (f_{cd}) seja de:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{2,7} = 11,11 \text{ MPa} = 1111 \text{ tf/m}^2 \quad (\text{V.15})$$

Por sua vez, ao adotar aço da categoria CA-50 para armar os estacões, tem-se que a resistência característica de escoamento do aço (f_{yk}), de acordo com a NBR 7480 da ABNT[V. 31], é de:

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad (\text{V.16})$$

A NBR 6122 da ABNT[V.32], também prescreve que o coeficiente de ponderação (minoração) da resistência do aço (γ_s) é de:

$$\gamma_s = 1,15 \quad (\text{V.17})$$

De onde se conclui que a resistência ao escoamento do aço de armadura passiva (f_{yd}) corresponde a:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,78 \text{ MPa} = 43478 \text{ tf/m}^2 \quad (\text{V.18})$$

Sabendo-se que os Estacões E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) têm seção transversal circular com diâmetro $h = 1,20 \text{ m}$, então a área da seção geométrica (A_c) será:

$$A_c = \pi \cdot \frac{h^2}{4} = \pi \cdot \frac{(1,20)^2}{4} = 1,131 \text{ m}^2 \quad (\text{V.19})$$

De posse dos esforços solicitantes, da resistência dos materiais empregados e sabendo que os estacões estão submetidos à flexão composta, falta apenas avaliar a quantidade de armadura necessária, a qual, nos cálculos estruturais, é representada com a denominação “área de aço” (A_s).

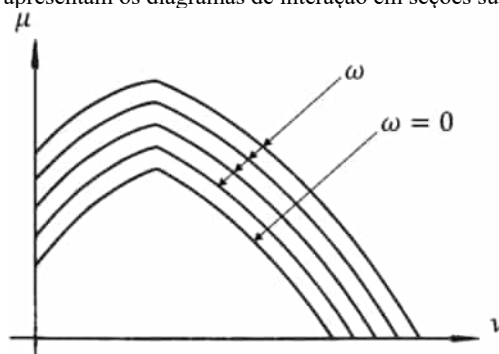
V.4. Área de aço (quantidade de armadura)

Para o cálculo (dimensionamento) de seções transversais de elementos estruturais de concreto armado submetidos à flexão composta, em que, como visto, atuam esforços normais (N) e momentos fletores (M), existe uma ferramenta muito empregada na prática, denominada diagrama de interação ou ábaco de flexão composta. Nesses diagramas, são dispostos, em eixos coordenados, os seguintes parâmetros adimensionais:

- Nas abscissas (eixos horizontais): esforços normais reduzidos (ou esforços normais relativos – ν); e
- Nas ordenadas (eixos verticais): momentos fletores reduzidos (ou momentos fletores relativos – μ)

A saber, esses parâmetros adimensionais são referidos ao centro geométrico (baricentro) da seção transversal, de modo que, ao final, os diagramas de interação resultam em famílias de curvas para cada percentual mecânico de armadura (ω), cujo aspecto está ilustrado na Figura V.14.

Figura V.14 – Aspecto que apresentam os diagramas de interação em seções submetidas à flexocompressão.



Fonte: Adaptado de Montoya (2009, p. 222).

Importante destacar que a curva com percentual mecânico $\omega = 0$ representa os esforços de compressão que podem ser absorvidos pelo concreto, ou seja, sem consideração das armaduras (PFEIL, 1976, p. 10). Quer dizer que, para a combinação de parâmetros ν e μ que resultem em $\omega = 0$, em princípio, o elemento **não necessitaria de armadura**, pois o concreto seria capaz de resistir, por si só, a combinação de esforços solicitantes N_d e M_d .

Segundo Montoya (2009), as grandezas adimensionais supracitadas são obtidas da seguinte maneira:

$$v = \frac{N_d}{A_c \cdot f_{cd}} \quad (\text{V.20})$$

$$\mu = \frac{M_d}{A_c \cdot f_{cd} \cdot h} \quad (\text{V.21})$$

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} \quad (\text{V.22})$$

Aqui cabe atentar que essas equações são as mesmas do ábaco empregado no memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra, consoante os destaques vermelhos na Figura V.1.

Reescrevendo-se a Eq. (V.22), é possível obter a área total de aço (armadura) (A_s), que é um dos principais resultados do dimensionamento de um elemento estrutural de concreto armado:

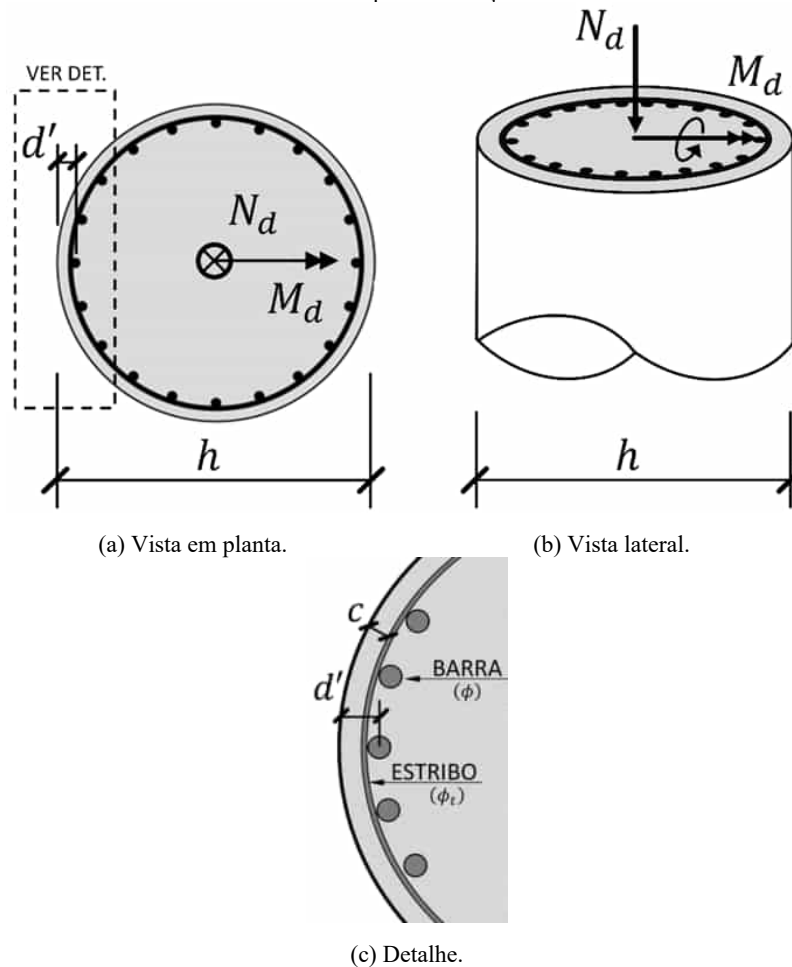
$$A_s = \omega \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad (\text{V.23})$$

Por fim, é importante salientar que os diagramas de interação são obtidos considerando diversos tipos de seção transversal, bem como diferentes arranjos (alojamentos, distribuições) e espessuras de cobrimentos (c) de armaduras[V.33]. Assim, usualmente os ábacos são relacionados considerando as distâncias do eixo das armaduras em relação à borda da seção transversal (d'), isto é:

$$\delta' = \frac{d'}{h} \quad (\text{V.24})$$

Como se está diante de estações, que possuem seção transversal circular, os parâmetros da Eq. (V.24) podem ser visualizados na Figura V.15.

Figura V.15 – Parâmetros de entrada no ábaco para uma seção circular submetida à flexão composta.



Fonte: Equipe de auditoria.

Assim, considerando-se que o cobrimento das armaduras (c) dos estacões adotado no projeto executivo readequado em fase de obra foi de $5,0\text{ cm}$, a bitola [V.34] dos estribos (armaduras transversais [V.35]) (ϕ_t) de $8,0\text{ mm}$ e a bitola das barras (armaduras longitudinais [V.36]) (ϕ) de $20,0\text{ mm}$, então:

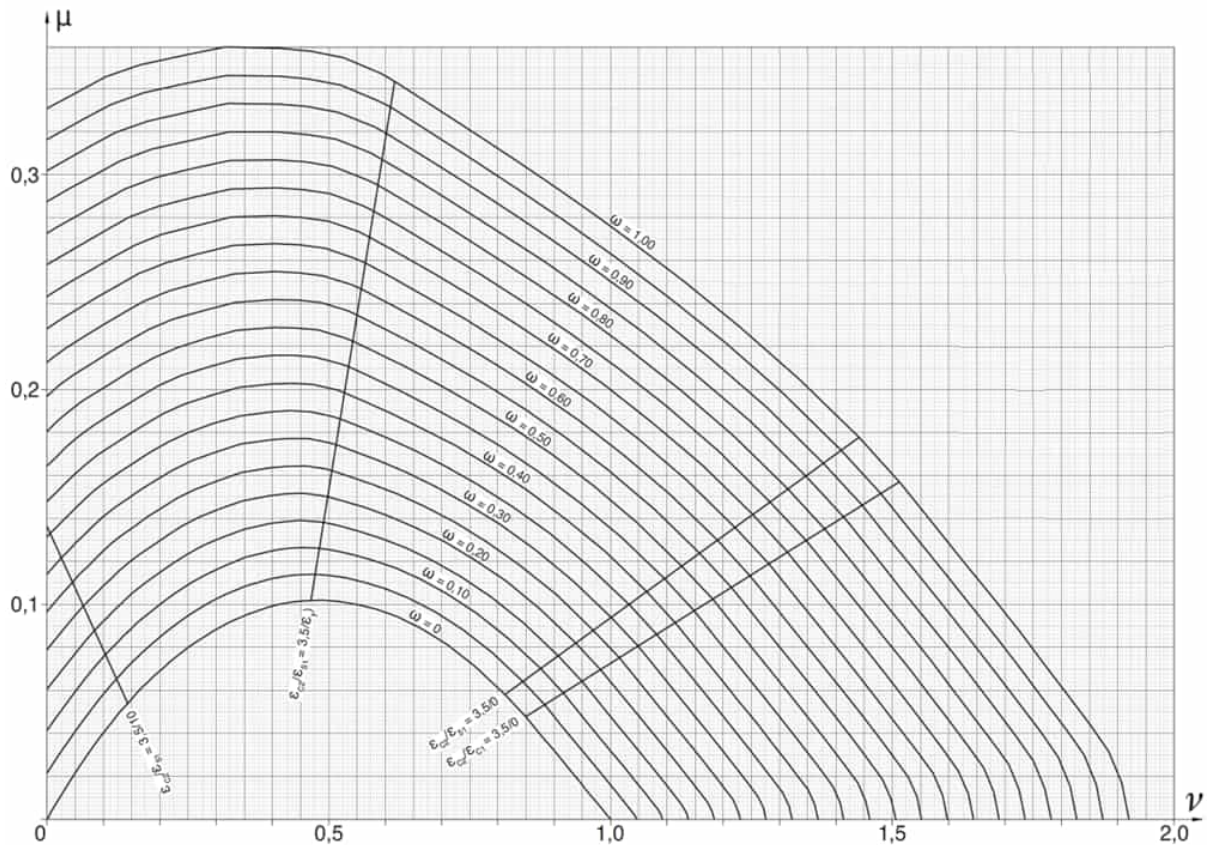
$$d' = c + \phi_t + \frac{\phi}{2}$$
$$d' = 5,0 + 0,8 + \frac{2,0}{2} = 6,8\text{ cm} \quad (\text{V.25})$$

E ao substituir esse valor na Eq. (V.24), tem-se:

$$\delta' = \frac{6,8}{120} \cong 0,05 \quad (\text{V.26})$$

Com esse parâmetro, é possível recorrer ao ábaco de flexão composta de uma seção circular de concreto armado obtido da obra um dos autores mais consagrados na literatura técnica, Pedro Jiménez Montoya:

Figura V.16 – Ábaco de flexão composta de uma seção circular de concreto armado com $d' = 0,05 h$.



Fonte: Montoya (2009, p. 502).

De onde se percebe que, para obtenção do percentual mecânico de armadura (ω), é preciso determinar um par ordenado formado pelo esforço normal reduzido (ν) e pelo momento fletor reduzido (μ).

Para tal, faz-se necessário recorrer aos esforços de cálculo dos Estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) dispostos na Tabela V.2, à resistência de cálculo do concreto à compressão (f_{cd}) disposta na Eq. (V.15), bem como à área da seção transversal dos estacões (A_c) indicada na Eq. (V.19), e substituí-los nas Eqs. (V.20) e (V.21).

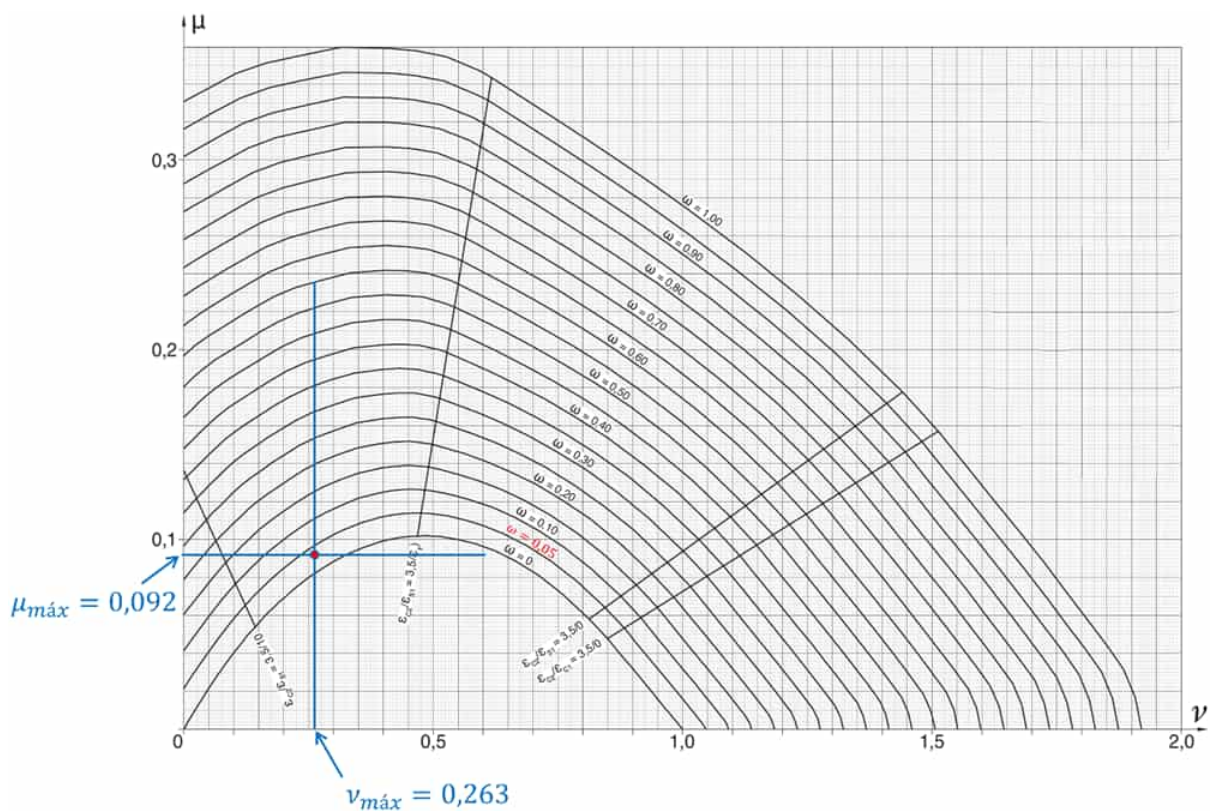
Assim, para o caso de “Carga Máxima”, têm-se os seguintes parâmetros adimensionais:

$$v_{m\acute{a}x} = \frac{N_{d,m\acute{a}x}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{330,440}{1,131 \cdot 1111} = 0,263 \quad (V.27)$$

$$\mu_{m\acute{a}x} = \frac{M_{d,m\acute{a}x}}{A_c \cdot f_{cd} \cdot h} = \frac{138,65}{1,131 \cdot 1111 \cdot 1,20} = 0,092 \quad (V.28)$$

Que ao serem inseridos no ábaco da Figura V.16, fornecem um percentual mecânico de armadura aproximado de $\omega_{m\acute{a}x} = 0,05$, como ilustrado a seguir:

Figura V.17 – Percentual mecânico de armadura (ω) para o caso de “Carga Máxima”.



Fonte: Adaptado de Montoya (2009, p. 502).

À luz da Eq. (V.23), significa que, para o caso de “Carga Máxima”, os estacões deveriam ser armados com uma área de aço ($A_{s,calc}^{m\acute{a}x}$) de:

$$A_{s,calc}^{m\acute{a}x} = \omega \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,05 \cdot \frac{1,131 \cdot 1111}{43478} = 14,45 \text{ cm}^2 \quad (V.29)$$

Uma observação importante a ser feita é que o percentual mecânico de $\omega_{m\acute{a}x} = 0,05$ é bem próximo da curva de $\omega = 0$, a qual como visto, do ponto de vista mecânico, não demandaria qualquer armadura na seção transversal do elemento.

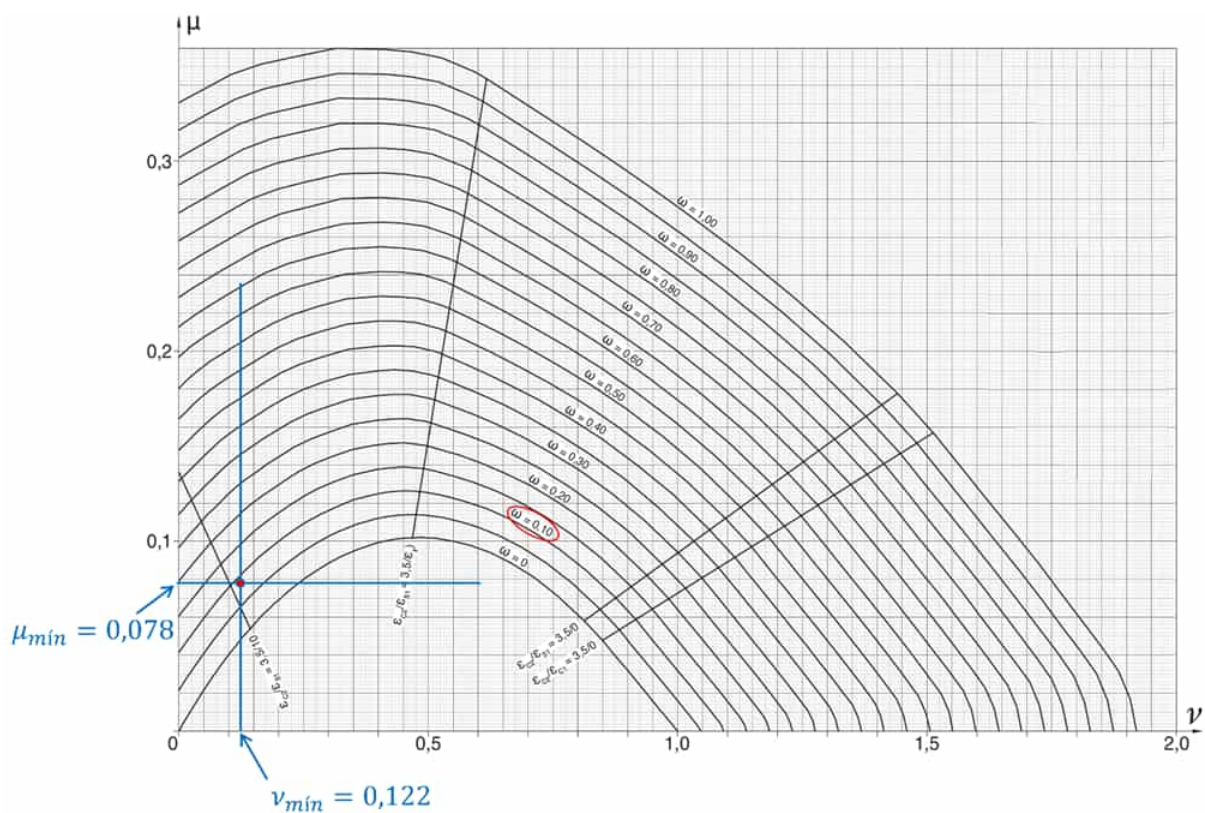
Igualmente, para o caso de “*Carga Mínima*”, encontram-se os seguintes esforços reduzidos:

$$v_{\min} = \frac{N_{d,\min}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{152,697}{1,131 \cdot 1111} = 0,122 \quad (\text{V.30})$$

$$\mu_{\min} = \frac{M_{d,\min}}{A_c \cdot f_{cd} \cdot h} = \frac{117,318}{1,131 \cdot 1111 \cdot 1,20} = 0,078 \quad (\text{V.31})$$

Que ao serem inseridos no ábaco da Figura V.16, fornecem um percentual mecânico de armadura aproximado de $\omega_{\min} = 0,10$, como mostrado na sequência:

Figura V.18 – Percentual mecânico de armadura (ω) para o caso de “*Carga Mínima*”.



Fonte: Adaptado de Montoya (2009, p. 502).



Ou seja, para o caso de “Carga Mínima” e também de acordo com a Eq. (V.23), resultaria em uma área de aço ($A_{s,calc}^{min}$) de:

$$A_{s,calc}^{min} = \omega \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,10 \cdot \frac{1,131 \cdot 1111}{43478} = 28,90 \text{ cm}^2 \quad (\text{V.32})$$

Entretanto, como destacado anteriormente, é preciso ter em conta que, de acordo com a NBR 6122 da ABNT[V.37], o percentual mínimo (taxa mínima) de armadura longitudinal (ρ_{min}) é de 0,4%, isto é:

$$\rho_{min} = \frac{A_{s,min}}{A_c}$$
$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot A_c = 0,4\% \cdot A_c \quad (\text{V.33})$$

E, tendo em vista que os Estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) apresentam uma área da seção transversal de $A_c = 11310 \text{ cm}^2$ (Eq. V.19), a armadura mínima ($A_{s,min}$) preconizada pela NBR 6122 da ABNT, corresponde a:

$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot A_c = 0,4\% \cdot 11310 = 45,24 \text{ cm}^2 \quad (\text{V.34})$$

É preciso saber enfim que, uma vez obtida a área de aço (A_s), faz-se necessário escolher um arranjo (alojamento, distribuição) de armaduras que a satisfaça. E, em se tratando de armaduras longitudinais, ao se eleger uma bitola qualquer (ϕ), é possível descobrir a quantidade de barras necessárias (n) como a seguir:

$$n = \frac{A_s}{\pi \cdot \left(\frac{\phi}{2}\right)^2} \quad (\text{V.35})$$

Portanto, ao recorrer à bitola de 20,0 mm, bem como às áreas de aço (A_s) das Eqs. (V.29), (V.32) e (V.34), torna-se viável obter as respectivas quantidades de barras necessárias para armar os estações de acordo com a Eq. (V.35):

Tabela V.4 – Arranjos possíveis para os Estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8) com a bitola de 20,0 mm.

Tipo de Carregamento	Área de Aço	Arranjo (Alojamento)
“Carga Máxima”	$A_{s,calc}^{max} = 14,45 \text{ cm}^2$	5 ϕ 20,0 mm
“Carga Mínima”	$A_{s,calc}^{min} = 28,90 \text{ cm}^2$	10 ϕ 20,0 mm
-	$A_{s,min} = 45,24 \text{ cm}^2$	15 ϕ 20,0 mm

Diante dos alojamentos dispostos na Tabela V.4, vê-se que a armadura mínima ($A_{s,min}$) conduz a uma **maior quantidade de barras** do que as armaduras calculadas para os casos de “Carga Máxima” ($A_{s,calc}^{max}$) e de “Carga Mínima” ($A_{s,calc}^{min}$), o que faz com que ela tenha de ser adotada no detalhamento dos Estações E1 e E4 (Eixo 1 – OAE 8).

Inclusive, o arranjo escolhido no memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra é precisamente o da armadura mínima ($A_{s,min}$), que resulta em 15 ϕ 20,0 mm.

V.5. Alterações normativas

Ao investigar as **causas** para ter havido a adoção de um quantitativo de barras acima do necessário, constatou-se que, **desde o projeto executivo original**, houve superdimensionamento de armaduras **apenas em relação aos estações dos Eixos 1 e 3** das OAE 8 e 9, visto que os estações do Eixo 2 atendiam às prescrições normativas vigentes à época.

Todavia, ainda que tenha havido a readequação do projeto executivo em fase de obra, a fim de proceder à “*verificação de todos os elementos estruturais, em conformidade às normas atualmente vigentes, as quais são diferentes das vigentes na época da elaboração dos projetos no certame licitatório*” (TR-SODF/109, SEI nº 51409913), observou-se que, mesmo diante de novas disposições normativas (como se verá), **o projeto executivo readequado em fase de obra manteve as armaduras adotadas no projeto executivo original, tendo incorrido em superdimensionamento da totalidade das armaduras das estacas**, isto é, todas as estacas dos Eixos 1, 2 e 3 das OAE 8 e 9.

A esse respeito, repisa-se que o projeto executivo das OAE 8 e 9 é composto de duas especialidades: projeto estrutural e projeto de fundações. Nesse sentido, é preciso saber que a NBR 6122 da ABNT, que versa sobre “*Projeto e execução de fundações*”, desde a elaboração do projeto executivo original nos idos de 2016, perpassou por duas alterações até a presente data [V.38]:

- ABNT NBR 6122:2010, vigente à época da elaboração do projeto executivo original e cancelada em 30/9/2019;

- ABNT NBR 6122:2019, vigente à época da readequação do projeto executivo em fase de obra e cancelada em 15/12/2021; e
- ABNT NBR 6122:2022, publicada em 25/3/2022.

Na época de elaboração do projeto executivo original, em que vigorava a antiga NBR 6122:2010 da ABNT, a resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}) **máxima de projeto**, isto é, que deveria ser empregada no dimensionamento estrutural de estacas escavadas com fluido, era de **20 MPa**. Em acréscimo, o coeficiente de ponderação da resistência do concreto era de $\gamma_c = 1,8$, com a condição de que deveria ser aplicado, ainda, um **fator redutor de 0,85**, “para levar em conta a diferença entre os resultados de ensaios rápidos de laboratório e a resistência sob a ação de cargas de longa duração” [V.39], isto é, o Efeito Rüsçh [V.40]:

$$f_{cd} = 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \cdot \frac{20}{1,8} = 0,85 \cdot 11,11 = 9,44 \text{ MPa} = 944 \text{ tf/m}^2 \quad (\text{V.36})$$

Além disso, a antiga NBR 6122:2010 da ABNT, preconizava que a taxa mínima de armadura longitudinal era de $\rho_{min} = 0,5\%$ [V.41], a qual resulta, para estacões com diâmetros de $h = 120 \text{ cm}$ e $h = 160 \text{ cm}$, em armaduras mínimas de:

$$A_{s,min} = \rho_{min} \cdot A_c = 0,5\% \cdot \pi \cdot \frac{h^2}{4} \quad (\text{V.37})$$

$$A_{s,min}^{120} = 0,5\% \cdot \pi \cdot \frac{120^2}{4} = 56,55 \text{ cm}^2$$

$$A_{s,min}^{160} = 0,5\% \cdot \pi \cdot \frac{160^2}{4} = 100,53 \text{ cm}^2 \quad (\text{V.38})$$

Ocorre que, com a superveniência da antiga NBR 6122:2019 da ABNT, vigente à época da readequação do projeto executivo em fase de obra, tais prescrições sofreram alteração, de modo que as estacas escavadas com uso de fluido estabilizante em um ambiente com classe de agressividade CAA II, deveriam possuir concreto com classe de resistência C30, isto é, $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, com coeficiente de ponderação da resistência de $\gamma_c = 2,7$. Ou seja, resultando na resistência de cálculo do concreto à compressão de $f_{cd} = 11,11 \text{ MPa}$, conforme obtido da Eq. (V.15).

A seu turno, no tocante à armadura mínima, a antiga NBR 6122:2019 da ABNT, também alterou o percentual mínimo de armadura longitudinal para $\rho_{\min} = 0,4\%$, fazendo com que as armaduras mínimas para estacões com diâmetros de $h = 120 \text{ cm}$ e $h = 160 \text{ cm}$ fossem menores:

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot A_c = 0,4\% \cdot \pi \cdot \frac{h^2}{4}$$

$$A_{s,\min}^{120} = 0,4\% \cdot \pi \cdot \frac{120^2}{4} = 45,24 \text{ cm}^2 \quad (\text{V.39})$$

$$A_{s,\min}^{160} = 0,4\% \cdot \pi \cdot \frac{160^2}{4} = 80,42 \text{ cm}^2 \quad (\text{V.40})$$

Inclusive, é de se salientar que essas mesmas especificações da antiga NBR 6122:2019 se mantiveram na atual versão da norma, a NBR 6122:2022.

Pois bem, aqui cabe uma observação interessante. Ao desconsiderar o Efeito Rüsç (fator redutor de 0,85 na Eq. V.36), é de se notar que tanto as prescrições da antiga NBR 6122:2010 (que exigiam $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ e $\gamma_c = 1,8$) quanto as novas disposições trazidas pela antiga NBR 6122:2019 e mantidas na atual NBR 6122:2022 (que preveem $f_{cd} = 30 \text{ MPa}$ e $\gamma_c = 2,7$), resultam na mesma resistência de cálculo do concreto à compressão de $f_{cd} = 11,11 \text{ MPa}$.

Acerca do Efeito Rüsç, destaca-se que a obrigatoriedade de sua consideração remanesceu na antiga NBR 6122:2019 e na atual NBR 6122:2022 apenas para fins de verificação de segurança contra os ELU (ruptura) e ELS (microfissuração) em tubulões com camisa de aço [V.42], de forma a não ser mais obrigatório o seu cômputo na resistência de cálculo do concreto à compressão de (f_{cd}) em estacas escavadas com fluido, como determinava a antiga NBR 6122:2010.

Desse modo, sabendo-se que a área de aço (A_s) e a resistência de cálculo do concreto à compressão (f_{cd}) são diretamente proporcionais, *ceteris paribus*, pode-se afirmar que a desconsideração do Efeito Rüsç implica no aumento da área de aço necessária ($\uparrow A_s$), vez que não se aplica um “fator redutor” de 0,85 na resistência do concreto à compressão, fazendo com que esta aumente ($\uparrow f_{cd}$), veja-se:

$$\uparrow A_s = \omega \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd} \uparrow}{f_{yd}} \quad (\text{V.41})$$

V.6. Armaduras do projeto executivo original

Ao compulsar os memoriais de cálculo do projeto executivo original das OAE 8 e 9, reparou-se que foram adotadas as seguintes armaduras (destacadas em vermelho):

Figura V.19 – Armaduras adotadas no projeto executivo original das OAE 8 e 9.

Nd=	332,55	tf
Md=	69,96	tf.m
ϕ_{fuste}	120	cm
fck=	20	MPa
fyk =	500	MPa
γ_c =	1,8	
ν =	0,26	
μ =	0,05	
ω =	0	
As=	0,00	cm ²
As,min=	56,55	cm ²
Armadura adotada:	20	\emptyset 20

(a) OAE 8 – Estações E1=E2=E3=E4 (Eixo 1).

Nd=	272,00	tf
Md=	81,04	tf.m
ϕ_{fuste}	120	cm
fck=	20	MPa
fyk =	500	MPa
γ_c =	1,8	
ν =	0,22	
μ =	0,05	
ω =	0	
As=	0,00	cm ²
As,min=	56,55	cm ²
Armadura adotada:	As =	56,55 cm ²

(b) OAE 9 – Estações E1=E2=E3=E4 (Eixo 1).

Nd=	485,35	tf
Md=	50,26	tf.m
ϕ_{fuste}	160	cm
fck=	20	MPa
fyk =	500	MPa
γ_c =	1,8	
ν =	0,22	
μ =	0,01	
ω =	0	
As=	0,00	cm ²
As,min=	100,53	cm ²
Armadura adotada:	32	\emptyset 20

(c) OAE 8 – Estações E5=E6=E7=E8 (Eixo 2).

Nd=	526,08	tf
Md=	42,06	tf.m
ϕ_{fuste}	160	cm
fck=	20	MPa
fyk =	500	MPa
γ_c =	1,8	
ν =	0,24	
μ =	0,01	
ω =	0	
As=	0,00	cm ²
As,min=	100,53	cm ²
Armadura adotada:	32	\emptyset 20

(d) OAE 9 – Estações E5=E6=E7=E8 (Eixo 2).

Nd=	272,34	tf
Md=	59,70	tf.m
ϕ_{fuste}	120	cm
fck=	20	MPa
fyk =	500	MPa
γ_c =	1,8	
ν =	0,22	
μ =	0,04	
ω =	0	
As=	0,00	cm ²
As,min=	56,55	cm ²
Armadura adotada:	20	\emptyset 20

(e) OAE 8 – Estações E9=E10=E11=E12 (Eixo 3).

Nd=	274,99	tf
Md=	56,54	tf.m
ϕ_{fuste}	120	cm
fck=	20	MPa
fyk =	500	MPa
γ_c =	1,8	
ν =	0,22	
μ =	0,04	
ω =	0	
As=	0,00	cm ²
As,min=	56,55	cm ²
Armadura adotada:	20	\emptyset 20

(f) OAE 9 – Estações E9=E10=E11=E12 (Eixo 3).

Repare-se que as armaduras calculadas para as Estações E1, E2, E3 e E4 (Eixo 1) e Estações E9, E10, E11 e E12 (Eixo 3) das OAE 8 e 9 eram de $A_s = 0,00 \text{ cm}^2$, pois, como já destacado, para a taxa mecânica de $\omega = 0$, o elemento **não necessitaria de armadura** dado que o concreto seria capaz de resistir, por si só, a combinação de esforços solicitantes N_d e M_d .

Sem embargo, também como visto, as estacas de concreto, quando submetidas à flexão composta, possuem seções em que atuam simultaneamente trações e compressões. E, por conta dessas trações atuantes, que podem vir a aumentar diante de um acréscimo imprevisível de cargas externas, faz-se **prudente** alojar uma armadura mínima para prevenir uma ruptura frágil diante da fissuração ocorrente pela passagem do Estádio I para o Estádio II.

Dessa feita, as estações com diâmetros de $h = 120 \text{ cm}$ e $h = 160 \text{ cm}$ precisariam ser armados, respectivamente, com as armaduras mínimas de $A_{s,min}^{120} = 56,55 \text{ cm}^2$ (Eq. V.37) e de $A_{s,min}^{160} = 100,53 \text{ cm}^2$ (Eq. V.38), dada a vigência da antiga NBR 6122:2010 da ABNT. Atente-se que essas são exatamente as armaduras mínimas destacadas em vermelho na Figura V.19.

Entretanto, para a armadura mínima de $A_{s,min}^{120} = 56,55 \text{ cm}^2$ das estações com diâmetro de $h = 120 \text{ cm}$ e de acordo com a Eq. (V.35), seriam necessárias **apenas 18 barras de 20,0 mm** e não 20 como adotado no projeto executivo original.

Comprova-se assim o **superdimensionamento** de armaduras em relação aos estacões dos Eixos 1 e 3 das OAE 8 e 9.

V.7. Armaduras do projeto executivo readequado em fase de obra

Acontece que, como discutido, com o advento da NBR 6122:2019 da ABNT, vigente à época de readequação do projeto executivo em fase de obra, as estacas escavadas com uso de fluido estabilizante em um ambiente com classe de agressividade CAA II, deveriam possuir concreto com classe de resistência C30, isto é, $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$, com coeficiente de ponderação da resistência de $\gamma_c = 2,7$. Todavia, na **primeira versão** do memorial de cálculo do projeto, viu-se que houve a adoção de **valores equivocados** tanto para resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}) quanto para o coeficiente de ponderação da resistência do concreto (γ_c):

Figura V.20 – Primeira consideração de resistência do concreto dos estacões.

5.1.3 - Materiais

Resistência Característica do Concreto - f_{ck} =	250 kgf/cm ²
Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - f_{ctd} =	12,8 kgf/cm ²
Coefficiente de minoração do Concreto - γ_c =	1,4

(a) OAE 8 e 9 – Estacões E1=E2=E3=E4 (Eixo 1).

5.2.3 - Materiais

Resistência Característica do Concreto - f_{ck} =	250 kgf/cm ²
Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - f_{ctd} =	12,8 kgf/cm ²
Coefficiente de minoração do Concreto - γ_c =	1,4

(b) OAE 8 e 9 – Estacões E5=E6=E7=E8 (Eixo 2).

5.3.3 - Materiais

Resistência Característica do Concreto - f_{ck} =	250 kgf/cm ²
Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - f_{ctd} =	12,8 kgf/cm ²
Coefficiente de minoração do Concreto - γ_c =	1,4

(c) OAE 8 e 9 – Estacões E9=E10=E11=E12 (Eixo 3).

Fonte: Excertos (com destaques) da **primeira** versão do memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nºs 71393028 ou 74547613).

Ao converter as unidades de medida, tem-se que a resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}) de 250 kgf/cm² da Figura V.20 equivale a 25 MPa, ou seja, trata-se de um concreto com classe de resistência C25, **aquém** da determinada por norma.

Não obstante, viu-se que, a partir da **segunda versão** do memorial de cálculo do projeto, **o equívoco foi corrigido**, haja vista terem sido adotados os parâmetros prescritos pela NBR 6122:2019 da ABNT, vigente à época:

Figura V.21 – Consideração final de resistência do concreto dos estacões.

5.1.3 - Materiais

Resistência Característica do Concreto - f_{ck} =	300 kgf/cm ²
Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - f_{ctd} =	7,509 kgf/cm ²
Coefficiente de minoração do Concreto - γ_c =	2,7

(a) OAE 8 e 9 – Estacões E1=E2=E3=E4 (Eixo 1).

5.2.3 - Materiais

Resistência Característica do Concreto - f_{ck} =	300 kgf/cm ²
Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - f_{ctd} =	7,509 kgf/cm ²
Coefficiente de minoração do Concreto - γ_c =	2,7

(b) OAE 8 e 9 – Estacões E5=E6=E7=E8 (Eixo 2).



5.3.3 - Materiais

Resistência Característica do Concreto - f_{ck} =	300 kgf/cm ²
Resistência de Cálculo a Tração do Concreto - f_{ctd} =	7,509 kgf/cm ²
Coefficiente de minoração do Concreto - γ_c =	2,7

(c) OAE 8 e 9 – Estacões E9=E10=E11=E12 (Eixo 3).

Fonte: Excertos (com destaques) da **segunda** versão do memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra (SEI nº 81045746).

Ainda assim, mesmo ao considerar os parâmetros prescritos pela NBR 6122:2019 da ABNT, os alojamentos de armaduras do projeto executivo original (Figura V.19) são exatamente os mesmos do projeto executivo readequado em fase de obra, que são superiores às efetivamente necessárias.

De onde se comprova o **superdimensionamento da totalidade** das armaduras das estacas, isto é, todas as estacas dos Eixos 1, 2 e 3 das OAE 8 e 9.

**ANEXO VI. MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS SERVIÇOS DE PAVIMENTAÇÃO**

Figura VI.1 – Dados para o cálculo dos serviços de pavimentação.

DADOS DE PAVIMENTAÇÃO													Contrato Nº					
PERÍODO : 01/09/2021 à 31/01/2022													020/2021 - SODF					
Executor: Consórcio Viaduto EPIG													Obra/Local: DF - 011 ERG					
Medição	Nº Trecho	Descrição Trecho	Comp.	Es.p. Sub Base	Es.p. Base	Larg. Capa	Larg. Sub Leito	Larg. Sub Base	Larg. Base	Larg. Impr.	Larg. Fnt. Ligação	Es.p. Capa As f.	Dist. Cas/Obra	Dist. Jaz/Obra	Dens. CBUQ	% CAP	Taxa Impr.	Taxa Fnt. Lig.
2/3	01	EXO 05 - FROV	60,00	0,170	0,160	7,00	8,00	8,00	8,00	7,00	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
2/3	01.1	EXO 05.1 - FROV	91,72	0,170	0,160	10,50	11,50	11,50	11,50	10,50	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
2/3	02	EXO 07 - FROV	80,02	0,170	0,160	7,00	8,00	8,00	8,00	7,00	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
2/3	02.1	EXO 07.1 - FROV	114,00	0,170	0,160	10,50	11,50	11,50	11,50	10,50	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
3	02.2	ALÇA LIGAÇÃO EXO 05 E 07	71,50	0,163	0,157	10,50	11,50	11,50	11,50	10,50	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
3	03	EXO 09 - FROV	60,00	0,150	0,160	7,00	8,00	8,00	8,00	7,00	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
3	03.1	EXO 09.1 - FROV	110,44	0,150	0,160	14,00	15,00	15,00	15,00	14,00	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
3	03.2	ALÇA EXO 09 - FROV	26,84	0,150	0,160	7,00	8,00	8,00	8,00	7,00	0,00	0,050	39,70	35,10	2,377	5,20	1,20	0,50
5/6	05	DESVID 2 - ALTERNATIVO	39,80	0,160	0,160	13,50	14,50	14,50	14,50	13,50	0,00	0,050	39,70	35,10	2,360	5,14	1,15	0,50
6	04	DESVID 2	169,50	0,160	0,160	10,50	11,50	11,50	11,50	10,50	0,00	0,050	39,70	35,10	2,346	5,20	1,20	0,50
6	04.1	ACESSO PARQUE	50,00	0,170	0,160	10,50	11,50	11,50	11,50	10,50	0,00	0,050	39,70	35,10	2,346	5,20	1,20	0,50

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 79460716, p. 8/12.



Figura VI.2 – Memória de cálculo do Trecho “01 - Eixo 05 - Prov”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	01/09/2021 a 29/10/2021	02ª e 03ª Medições	Nº do Trecho: 01 EIXO 05 - PROV							
Memorial descritivo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -								M3	81,60
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	60,000	x	8,000	x	0,170	=	81,600			
4743	CASCALHO DE CAVA								M3	90,67
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	/	Fator de Contação	=		
	60,000	x	8,000	x	0,170	/	0,900	=	90,6666667	
100973	CARGA, MANOBRAS E DE SCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA								M3	90,67
	Volume (m3)									
	90,667									
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020								M3XKM	2.720,00
	Volume (m3)	x	KM	=						
	90,67	x	30,00	=	2.720,00					
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)								M3XKM	879,47
	Volume (m3)	x	KM	=						
	90,67	x	9,70	=	879,47					
BASE										
4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO:4011276								M³	76,80
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	60,000	x	8,000	x	0,160	=	76,800			
100973	CARGA, MANOBRAS E DE SCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA								M3	76,80
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	60,000	x	8,000	x	0,160	=	76,800			
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020								M3XKM	2.304,00
	Volume (m3)	x	KM	=						
	76,80	x	30,00	=	2.304,00					
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)								M3XKM	391,68
	Volume (m3)	x	KM	=						
	76,80	x	5,10	=	391,68					
PAVIMENTAÇÃO										
4011463 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70, ORIGEM SICRO 4011463								T	49,92
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Espe. Capa	=	Volume	x	Densidade	
	60,00	x	7,00	x	0,0500	=	21,000	x	2,377	
									= 49,92	
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020								M3XKM	84,00
	Volume (m3)	x	KM	=						
	21,00	x	4,00	=	84,0000					
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI), ORIGEM SINAPI - 96401								M2	420,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	60,00	x	7,00	=	420,0000					
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI - 96402								M²	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	60,00	x	0,00	=	0,0000					
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DE SVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020								T	0,50
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000			
	60,00	x	7,00	x	0,1200	/	100,000	=	0,504	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E								T	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000			
	60,00	x	0,00	x	0,0500	/	100,000	=	0,000	
41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP:								T	2,60
	Peso (T)	x	%CAP	=						
	49,92	x	5,20%	=	2,597					

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 71729305, p. 15, e de SEI nº 73355997, p. 31.



Figura VI.3 – Memória de cálculo do Trecho “01.1 - Eixo 05 - Prov”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG							
OBRALOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	01/09/2021 a 25/10/2021	02ª e 03ª Medições	Nº do Trecho: 01.1 EIXO 05.1 - PROV							
Memorial descritivo										
SUBBASE										
98388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -	M3								179,31
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura									
	91,720 x 11,500 x 0,170 =								179,313	
4743	CASCALHO DE CAVA	M3								199,24
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura / Fator de Contração									
	91,720 x 11,500 x 0,170 / 0,900 =								199,2382222	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 8 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								199,24
	Volume (m3)									
	199,238									
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM) AF_07/2020	M3XKM								5.977,09
	Volume (m3) x KM									
	199,24 x 30,00 =								5.977,09	
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								1.932,59
	Volume (m3) x KM									
	199,24 x 9,70 =								1.932,59	
BASE										
4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO;4011276	M³								188,76
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura									
	91,720 x 11,500 x 0,180 =								188,766	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 8 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								188,76
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura									
	91,720 x 11,500 x 0,180 =								188,766	
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM) AF_07/2020	M3XKM								5.082,94
	Volume (m3) x KM									
	188,76 x 30,00 =								5.082,94	
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								880,70
	Volume (m3) x KM									
	188,76 x 5,10 =								880,70	
PAVIMENTAÇÃO										
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011483	T								114,46
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Espess. Capa =									
	91,72 x 10,50 x 0,0500 =								48,153	
									x 2,377 = 114,46	
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM) AF_07/2020	M3XKM								192,61
	Volume (m3) x KM									
	48,15 x 4,00 =								192,6120	
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EA), ORIGEM SINAPI-96401	M2								963,060
	Compr. Trecho x Largura de Capa									
	91,72 x 10,50 =								963,0600	
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EMULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI- 96402	M²								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa									
	91,72 x 0,00 =								0,0000	
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETROLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP; SET/2020	T								1,18
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000									
	91,72 x 10,50 x 0,1200 / 100,000 =								1,188	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTACAO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E	T								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000									
	91,72 x 0,00 x 0,0500 / 100,000 =								0,000	
41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP;	T								5,96
	Peso (T) x %CAP									
	114,46 x 5,20% =								5,9519	

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 71729305, p. 16, e de SEI nº 73355997, p. 30.



Figura VI.4 – Memória de cálculo do Trecho “02 - Eixo 07 - Prov”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	01/09/2021 a 25/10/2021	02ª e 03ª Medições	Nº do Trecho: 02 EIXO 07 - PROV							
Memorial descritivo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -								M3	108,83
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	80,020	x	8,000	x	0,170	=	108,827			
4743	CASCALHO DE CAVA								M3	120,92
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	/	Fator de Contração	=		
	80,020	x	8,000	x	0,170	/	0,900	=	120,9191111	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA								M3	120,92
	Volume (m3)									
	120,919									
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020								M3XKM	3.627,57
	Volume (m3)	x	KM	=						
	120,92	x	30,00	=	3.627,57					
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)								M3XKM	1.172,92
	Volume (m3)	x	KM	=						
	120,92	x	9,70	=	1.172,92					
BASE										
4011278M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO;4011278								M³	102,43
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	80,020	x	8,000	x	0,160	=	102,426			
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA								M3	102,43
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	80,020	x	8,000	x	0,160	=	102,426			
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020								M3XKM	3.072,77
	Volume (m3)	x	KM	=						
	102,43	x	30,00	=	3.072,77					
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)								M3XKM	522,37
	Volume (m3)	x	KM	=						
	102,43	x	5,10	=	522,37					
PAVIMENTAÇÃO										
4011463 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011463								T	66,57
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Espe. Capa	=	Volume	x	Densidade	
	80,02	x	7,00	x	0,0500	=	28,007	x	2,377	
									= 66,57	
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020								M3XKM	112,03
	Volume (m3)	x	KM	=						
	28,01	x	4,00	=	112,0280					
96401 M	IMPRESSÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI). ORIGEM SINAPI-96401								M2	560,14
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	80,02	x	7,00	=	560,1400					
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C). ORIGEM SINAPI - 96402								M²	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	80,02	x	0,00	=	0,0000					
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020								T	0,67
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000			
	80,02	x	7,00	x	0,1200	/	100,000	=	0,672	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E								T	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000			
	80,02	x	0,00	x	0,0500	/	100,000	=	0,000	
41889	CIMENTO ASFALTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP:								T	3,46
	Peso (T)	x	%CAP	=						
	66,57	x	5,20%	=	3,4618					

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 71729305, p. 17, e de SEI nº 73355997, p. 32.



Figura VI.5 – Memória de cálculo do Trecho “02.1 - Eixo 07 - Prov”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO	01/09/2021 a 26/10/2021		02ª e 03ª Medições							
		Nº do Trecho: 02.1 EIXO 07.1 - PROV								
Memorial descritivo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSOS) -	M3								222,87
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura									
	114,000 x 11,500 x 0,170 =								222,870	
4743	CASCALHO DE CAVA	M3								247,83
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura / Fator de Contração									
	114,000 x 11,500 x 0,170 / 0,900 =								247,833333	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 8 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								247,83
	Volume (m³)									
	247,833									
96878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								7.429,00
	Volume (m³) x KM									
	247,83 x 30,00 =								7.429,00	
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								2.402,04
	Volume (m³) x KM									
	247,83 x 9,70 =								2.402,04	
BASE										
4011278M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO;4011278	M³								209,78
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura									
	114,000 x 11,500 x 0,160 =								209,780	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 8 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								209,78
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura									
	114,000 x 11,500 x 0,160 =								209,780	
96878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								8.292,80
	Volume (m³) x KM									
	209,78 x 30,00 =								8.292,80	
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								1.089,78
	Volume (m³) x KM									
	209,78 x 5,10 =								1.089,78	
PAVIMENTAÇÃO										
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011483	T								142,26
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Espess. Capa = Volume x Densidade									
	114,00 x 10,50 x 0,0900 = 59,850 x 2,377 =								142,26	
96878	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								239,40
	Volume (m³) x KM									
	59,85 x 4,00 =								239,4000	
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EA). ORIGEM SINAPI-96401	M2								1.197,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa									
	114,00 x 10,50 =								1.197,0000	
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EMULSÃO (RR-1C). ORIGEM SINAPI - 96402	M²								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa									
	114,00 x 0,00 =								0,0000	
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+OPIFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	T								1,44
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000									
	114,00 x 10,50 x 0,1200 / 100,000 =								1,438	
41903 M	EMULSÃO ASFÁLTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E	T								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000									
	114,00 x 0,00 x 0,0900 / 100,000 =								0,000	
41889	CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP:	T								7,40
	Peso (T) x %CAP									
	142,26 x 5,20% =								7,397	

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 71729305, p. 18, e de SEI nº 73355997, p. 33.



Figura VI.6 – Memória de cálculo do Trecho “02.2 - Alça Ligação Eixo 05 e 07”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO													
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG										
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG												
PERÍODO :	29/09/2021 a 29/10/2021	03 Medição	Nº do Trecho: 022 ALÇA LIGAÇÃO EIXO 05 E 07										
Memorial descritivo													
SUBBASE													
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -	M3					134,03						
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		71,504	x	11,500	x	0,183	=	134,034				
4743	CASCALHO DE CAVA	M3					148,93						
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura / Fator de Contração =		71,504	x	11,500	x	0,183	/	0,900	=	148,928422		
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3					148,93						
	Volume (m3)		148,927										
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM					4.467,81						
	Volume (m3) x KM =		148,93	x	30,00	=	4.467,81						
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM					1.444,59						
	Volume (m3) x KM =		148,93	x	9,70	=	1.444,59						
BASE													
4011278M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO;4011278	M³					129,10						
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		71,504	x	11,500	x	0,157	=	129,100				
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3					129,10						
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		71,504	x	11,500	x	0,157	=	129,100				
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM					3.873,01						
	Volume (m3) x KM =		129,10	x	30,00	=	3.873,01						
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM					658,41						
	Volume (m3) x KM =		129,10	x	5,10	=	658,41						
PAVIMENTAÇÃO													
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70, ORIGEM SICRO 4011483	T					89,23						
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Espess. Capa = Volume x Densidade =		71,50	x	10,50	x	0,0500	=	37,540	x	2,377	=	89,23
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM					150,16						
	Volume (m3) x KM =		37,54	x	4,00	=	150,1584						
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI), ORIGEM SINAPI -96401	M2					750,79						
	Compr. Trecho x Largura de Capa =		71,50	x	10,50	=	750,7920						
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI - 96402	M²					0,00						
	Compr. Trecho x Largura de Capa =		71,50	x	0,00	=	0,0000						
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO													
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP; SET/2020	T					0,90						
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000 =		71,50	x	10,50	x	0,1200	/	100,000	=	0,901		
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E	T					0,00						
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000 =		71,50	x	0,00	x	0,0500	/	100,000	=	0,000		
41889	CIMENTO ASFALTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP;	T					4,84						
	Peso (T) x %CAP =		89,23	x	5,20%	=	4,6400						

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 73355997, p. 34.



Figura VI.7 – Memória de cálculo do Trecho “03 - Eixo 09 - Prov”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Conseório Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	25/09/2021 a 25/10/2021	03ª Medição								
			Nº do Trecho: 03 EIXO 09 - PROV							
Memorial descritivo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -	M3								72,00
	Compr. trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	60,000	x	8,000	x	0,150	=	72,000			
4743	CASCALHO DE CAVA	M3								80,00
	Compr. trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	/	Fator de Contração	=		
	60,000	x	8,000	x	0,150	/	0,900	=	80	
100973	CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M ³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								80,00
	Volume (m3)									
	80,000									
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								2.400,00
	Volume (m3)	x	KM	=						
	80,00	x	30,00	=	2.400,00					
96593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								776,00
	Volume (m3)	x	KM	=						
	80,00	x	9,70	=	776,00					
BASE										
4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO:4011276	M ³								78,80
	Compr. trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	60,000	x	8,000	x	0,160	=	78,800			
100973	CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M ³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								78,80
	Compr. trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	60,000	x	8,000	x	0,160	=	78,800			
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								2.304,00
	Volume (m3)	x	KM	=						
	78,80	x	30,00	=	2.304,00					
96593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								391,88
	Volume (m3)	x	KM	=						
	78,80	x	5,10	=	391,88					
PAVIMENTAÇÃO										
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70, ORIGEM SICRO 4011483	T								49,92
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Espe. Capa	=	Volume	x	Densidade	
	60,00	x	7,00	x	0,0600	=	21,000	x	2,377	
									= 49,92	
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M ³ , EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								84,00
	Volume (m3)	x	KM	=						
	21,00	x	4,00	=	84,0000					
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI), ORIGEM SINAPI-96401	M2								420,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	60,00	x	7,00	=	420,0000					
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI - 96402	M ²								0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	60,00	x	0,00	=	0,0000					
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	T								0,50
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000	=		
	60,00	x	7,00	x	0,1200	/	100,000	=	0,504	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTACAO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E	T								0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000	=		
	60,00	x	0,00	x	0,0500	/	100,000	=	0,000	
41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP:	T								2,60
	Peso (T)	x	%CAP	=						
	49,92	x	5,20%	=	2,5967					

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 73355997, p. 35.



Figura VI.8 – Memória de cálculo do Trecho “03.1 - Eixo 09 - Prov”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	29/09/2021 a 29/10/2021	03ª Medição	Nº do Trecho: 03.1 EIXO 09.1 - PROV							
Memorial descritivo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -	M3								248,49
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		110,440	x	15,000	x	0,150	=	248,490	
4743	CASCALHO DE CAVA	M3								276,10
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura / Fator de Contração =		110,440	x	15,000	x	0,150	/	0,900 = 276,1	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								276,10
	Volume (m3)		276,100							
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM								8.283,00
	Volume (m3) x KM =		276,10	x	30,00	=	8.283,00			
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								2.678,17
	Volume (m3) x KM =		276,10	x	9,70	=	2.678,17			
BASE										
4011278M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO;4011278	M³								265,06
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		110,440	x	15,000	x	0,100	=	265,066	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								265,06
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		110,440	x	15,000	x	0,100	=	265,066	
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM								7.951,68
	Volume (m3) x KM =		265,06	x	30,00	=	7.951,68			
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								1.351,79
	Volume (m3) x KM =		265,06	x	5,10	=	1.351,79			
PAVIMENTAÇÃO										
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70, ORIGEM SICRO 4011483	T								183,76
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Espess. Capa =		110,44	x	14,00	x	0,0500	=	77,308	
	Volume x Densidade =		77,308	x	2,377	=	183,76			
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM								309,23
	Volume (m3) x KM =		77,31	x	4,00	=	309,2320			
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI), ORIGEM SINAPI - 96401	M2								1.546,16
	Compr. Trecho x Largura de Capa =		110,44	x	14,00	=	1.546,1600			
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI - 96402	M²								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa =		110,44	x	0,00	=	0,0000			
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP; SET/2020	T								1,86
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000 =		110,44	x	14,00	x	0,1200	/	100,000 = 1,855	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E	T								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000 =		110,44	x	0,00	x	0,0500	/	100,000 = 0,000	
41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP;	T								9,56
	Peso (T) x %CAP =		183,76	x	5,20%	=	9,5566			

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 73355997, p. 36.



Figura VI.9 – Memória de cálculo do Trecho “03.2 - Alça Eixo 09 - Prov”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	29/09/2021 a 29/10/2021	03ª Medição	Nº do Trecho: 03.2 ALÇA EIXO 09 - PROV							
Memorial descritivo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -	M3								32,21
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		28,840	x	8,000	x	0,150	=	32,208	
4743	CASCALHO DE CAVA	M3								35,79
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura / Fator de Contração =		28,840	x	8,000	x	0,150	/	0,900 = 35,7866667	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								35,79
	Volume (m3)		35,787							
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM								1.073,60
	Volume (m3) x KM =		35,79	x	30,00	=	1.073,60			
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								347,13
	Volume (m3) x KM =		35,79	x	9,70	=	347,13			
BASE										
4011278M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO;4011278	M³								34,36
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		28,840	x	8,000	x	0,180	=	34,365	
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								34,36
	Comprimento trecho (m) x Largura x Espessura =		28,840	x	8,000	x	0,180	=	34,365	
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM								1.030,66
	Volume (m3) x KM =		34,36	x	30,00	=	1.030,66			
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								175,21
	Volume (m3) x KM =		34,36	x	5,10	=	175,21			
PAVIMENTAÇÃO										
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70, ORIGEM SICRO 4011483	T								22,33
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Espess. Capa =		28,84	x	7,00	x	0,0500	=	9,394	
	Volume x Densidade =		9,394	x	2,377	=	22,33			
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM); AF_07/2020	M3XKM								37,58
	Volume (m3) x KM =		9,39	x	4,00	=	37,5760			
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI), ORIGEM SINAPI - 96401	M2								187,88
	Compr. Trecho x Largura de Capa =		28,84	x	7,00	=	187,8800			
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI - 96402	M²								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa =		28,84	x	0,00	=	0,0000			
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP; SET/2020	T								0,23
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000 =		28,84	x	7,00	x	0,1200	/	100,000 = 0,225	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E	T								0,00
	Compr. Trecho x Largura de Capa x Taxa de Aplicação / 100,000 =		28,84	x	0,00	x	0,0500	/	100,000 = 0,000	
41889	CIMENTO ASFALTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP;	T								1,16
	Peso (T) x %CAP =		22,33	x	5,20%	=	1,1611			

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 73355997, p. 37.



Figura VI.10 – Memória de cálculo do Trecho “04 - Desvio 2”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	01/01/2022 à 31/01/2022	06ª Medição	Nº do Trecho: 04 DESVIO 2							
Memorial de descritivo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -								M3	293,48
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	275,080			
	149,500	x	11,500	x	0,180	=	275,080			
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	18,400			
	20,000	x	5,750	x	0,180	=	18,400			
4743	CASCALHO DE CAVA								M3	326,09
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	/	Fator de Contração	=	306,644	
	149,500	x	11,500	x	0,180	/	0,900	=	306,644	
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	/	Fator de Contração	=	20,444	
	20,000	x	5,750	x	0,180	/	0,900	=	20,444	
100973	CARGA, MANOBR E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M* - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA								M3	326,09
	Volume (m3)	326,089								
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020								M3XKM	9.782,67
	Volume (m3)	x	KM	=	9.782,67					
	326,09	x	30,00	=	9.782,67					
96593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)								M3XKM	3.163,06
	Volume (m3)	x	KM	=	3.163,06					
	326,09	x	9,70	=	3.163,06					
BASE										
4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO:4011276								M*	293,48
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	275,080			
	149,500	x	11,500	x	0,180	=	275,080			
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	18,400			
	20,000	x	5,750	x	0,180	=	18,400			
100973	CARGA, MANOBR E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M* - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA								M3	293,48
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	275,080			
	149,500	x	11,500	x	0,180	=	275,080			
	Compimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	18,400			
	20,000	x	5,750	x	0,180	=	18,400			
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020								M3XKM	8.804,40
	Volume (m3)	x	KM	=	8.804,40					
	293,48	x	30,00	=	8.804,40					
96593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)								M3XKM	1.496,75
	Volume (m3)	x	KM	=	1.496,75					
	293,48	x	5,10	=	1.496,75					
PAVIMENTAÇÃO										
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011483								T	196,46
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Espe. Capa	=	Volume	x	Densidade	
	149,50	x	10,50	x	0,0500	=	78,488	x	2,346	
	149,50	x	10,50	x	0,0500	=	78,488	x	2,346	
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Espe. Capa	=	Volume	x	Densidade	
	20,00	x	5,25	x	0,0500	=	5,250	x	2,346	
	20,00	x	5,25	x	0,0500	=	5,250	x	2,346	
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020								M3XKM	334,96
	Volume (m3)	x	KM	=	334,9500					
	83,74	x	4,00	=	334,9500					
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI). ORIGEM SINAPI-96401								M2	1.674,75
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=	1.669,7500					
	149,50	x	10,50	=	1.669,7500					
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=	106,0000					
	20,00	x	5,25	=	106,0000					
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C). ORIGEM SINAPI-96402								M*	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=	0,0000					
	169,50	x	0,00	=	0,0000					
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETROLEO EAI (ACRESCIDO DE ICM S+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020								T	2,01
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000	=	1,884	
	149,50	x	10,50	x	0,1200	/	100,000	=	1,884	
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000	=	0,126	
	20,00	x	5,25	x	0,1200	/	100,000	=	0,126	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E								T	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000	=	0,000	
	169,50	x	0,00	x	0,0500	/	100,000	=	0,000	
41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETROLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP:								T	10,22
	Peso (T)	x	%CAP	=	10,2153					
	196,45	x	5,20%	=	10,2153					

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 79460716, p. 14.



Figura VI.11 – Memória de cálculo do Trecho “05 - Desvio 2 - Alternativo”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO										
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Conselheiro Viaduto EPIG							
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG									
PERÍODO :	01/01/2022 à 31/01/2022	06ª Medição	Nº do Trecho: 05 DESVIO 2 - ALTERNATIVO							
Memorial de cálculo										
SUBBASE										
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -	M3								92,34
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	39,800	x	14,500	x	0,160	=	92,336			
4743	CASCALHO DE CAVA	M3								102,60
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	/	Fator de Contração	=		
	39,800	x	14,500	x	0,160	/	0,900	=	102,596	
100973	CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M* - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								102,60
	Volume (m3)	102,596								
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								3.077,87
	Volume (m3)	x	KM	=						
	102,60	x	30,00	=	3.077,87					
96593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								995,18
	Volume (m3)	x	KM	=						
	102,60	x	9,70	=	995,18					
BASE										
4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO:4011276	M³								92,34
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	39,800	x	14,500	x	0,160	=	92,336			
100973	CARGA, MANOBRAS E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M* - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA	M3								92,34
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=				
	39,800	x	14,500	x	0,160	=	92,336			
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								2.770,08
	Volume (m3)	x	KM	=						
	92,34	x	30,00	=	2.770,08					
96593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)	M3XKM								470,91
	Volume (m3)	x	KM	=						
	92,34	x	5,10	=	470,91					
PAVIMENTAÇÃO										
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70. ORIGEM SICRO 4011483	T								63,40
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Espe. Capa	=	Volume	x	Densidade	
	39,80	x	13,50	x	0,0600	=	26,856	x	2,360	
									= 63,40	
96876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M*, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM), AF_07/2020	M3XKM								107,46
	Volume (m3)	x	KM	=						
	26,87	x	4,00	=	107,4800					
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EAI), ORIGEM SINAPI-96401	M2								537,30
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	39,80	x	13,50	=	537,3000					
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI-96402	M²								0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	=						
	39,80	x	0,00	=	0,0000					
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO										
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAI (ACRESCIDO DE ICM S+COPINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020	T								0,62
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000	=		
	39,80	x	13,50	x	0,1146	/	100,000	=	0,616	
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E	T								0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação	/	100,000	=		
	39,80	x	0,00	x	0,0500	/	100,000	=	0,000	
41899	CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP:	T								3,26
	Peso (T)	x	%CAP	=						
	63,40	x	5,14%	=	3,2588					

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 79460716, p. 15.



Figura VI.12 – Memória de cálculo do Trecho “04.1 - Acesso Parque”.

DADOS DOS TRECHOS DE PAVIMENTAÇÃO							
CONTRATO	020/2021 - SODF	EXECUTOR	Consórcio Viaduto EPIG				
OBRA/LOCAL	DF - 011 EPIG						
PERÍODO :	01/01/2022 à 31/01/2022	08ª Medição	Nº do Trecho: 04.1 ACESSO PARQUE				
Memorial descritivo							
SUBBASE							
96388	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE SOLOS DE COMPORTAMENTO LATERÍTICO (ARENOSO) -					M3	97,75
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	97,750
	50,000	x	11,500	x	0,170	=	97,750
4743	CASCALHO DE CAVA					M3	108,61
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura / Fator de Contração	=	108,611
	50,000	x	11,500	x	0,170 / 0,900	=	108,611
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA					M3	108,61
	Volume (m3)						108,611
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020					M3XKM	3.258,33
	Volume (m3)	x	KM				
	108,61	x	30,00				= 3.258,33
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)					M3XKM	1.053,53
	Volume (m3)	x	KM				
	108,61	x	9,70				= 1.053,53
BASE							
4011276M	BASE OU SUB-BASE DE BRITA GRADUADA COM BRITA COMERCIAL - ORIGEM: SICRO:4011276					M³	92,00
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	92,000
	50,000	x	11,500	x	0,180	=	92,000
100973	CARGA, MANOBRA E DESCARGA DE SOLOS E MATERIAIS GRANULARES EM CAMINHÃO BASCULANTE 6 M³ - CARGA COM PÁ CARREGADEIRA					M3	92,00
	Comprimento trecho (m)	x	Largura	x	Espessura	=	92,000
	50,000	x	11,500	x	0,180	=	92,000
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020					M3XKM	2.760,00
	Volume (m3)	x	KM				
	92,00	x	30,00				= 2.760,00
93593	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, ADICIONAL PARA DMT EXCEDENTE A 30 KM (UNIDADE: M3XKM)					M3XKM	469,20
	Volume (m3)	x	KM				
	92,00	x	5,10				= 469,20
PAVIMENTAÇÃO							
4011483 M	CONCRETO ASFÁLTICO-FAIXA C - AREIA E BRITA COMERCIAL SEM MATERIAL E TRANSPORTE DE CAP 50/70, ORIGEM SICRO 4011483					T	61,58
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Espress. Capa	=	Volume x Densidade
	50,00	x	10,50	x	0,0500	=	26,250 x 2,348 = 61,58
95876	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020					M3XKM	105,000
	Volume (m3)	x	KM				
	26,25	x	4,00				= 105,0000
96401 M	IMPRIMAÇÃO DE BASE DE PAVIMENTAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE (EA). ORIGEM SINAPI-96401					M2	525,000
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa				
	50,00	x	10,50				= 525,0000
96402 M	PINTURA DE LIGAÇÃO SEM MATERIAL E TRANSPORTE EM ULSÃO (RR-1C), ORIGEM SINAPI-96402					M²	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa				
	50,00	x	0,00				= 0,0000
AQUISIÇÃO DE MATERIAL BETUMINOSO E TRANSPORTE - DESVIO PROVISÓRIO							
41901 M	ASFALTO DILUIDO DE PETRÓLEO EAJ (ACRESCIDO DE ICMS+COFINS+PIS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP: SET/2020					T	0,63
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação / 100,000	=	0,630
	50,00	x	10,50	x	0,1200 / 100,000	=	0,630
41903 M	EMULSAO ASFALTICA CATIONICA RR-1C PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO ASFALTICA (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E					T	0,00
	Compr. Trecho	x	Largura de Capa	x	Taxa de Aplicação / 100,000	=	0,000
	50,00	x	0,00	x	0,0500 / 100,000	=	0,000
41899	CIMENTO ASFALTICO DE PETRÓLEO A GRANEL (CAP) 50/70 (COLETADO CAIXA NA ANP ACRESCIDO DE ICMS) E TRANSPORTE; ORIGEM: ANP:					T	3,20
	Peso (T)	x	%CAP				
	61,58	x	5,20%				= 3,2023

* O destaque em vermelho é para indicar os valores ajustados pela equipe de auditoria.

Fonte: Adaptado de SEI nº 73355997, p. 38.



ANEXO VII. ERROS PONTUAIS NO CÁLCULO DE ÁREAS E VOLUMES DE TERRAPLENAGEM

Figura VII.1 – Locais com erro de cálculo na memória de cálculo do trecho de terraplenagem “01.1 - Eixo 5 - Prov”.

DADOS DE TERRAPLENAGEM																	Contrato nº	Medição:
CONSORCIO VADUTO ERIG																	029/2021 - 800F	2ª Medição
Descrição do Trecho																	EIXO 5 - PROV	
Largura do Pavimento = 10,500 m Espessura de Base = 0,160 m Espessura de Sub-Base = 0,170 m Largura de Terraplenagem = 11,500 m																	Larg. Terraplenagem = $Larg. Pavimento + 0,8m + 3 \times (Esp. Base + Esp. Sub. Base) + 0,2m$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MEDIA ARITMETICA DOS BONDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MEDIA ARITMETICA DOS BONDOS (COLUNAS 3, 5, 7)	CONFORME FOLHA DESENEHADA A DIM A	IGUAL ESTACA ATUAL - ANTI BOND 2	MEDIA DO CORTI VEZES LARGURA (COLUNA 8 X 10)	MEDIA DO ATIBRO VEZES LARGURA (COLUNA 9 X 10)	AREA DO CORTI (COLUNA 12 ACUMULADA)	AREA DO ATIBRO (COLUNA 13 ACUMULADA)	S. AR. CORTI	S. AR. ATIBRO	V. PAR. CORTI	V. PAR. ATIBRO
1 = 40,00	0,781	0,000	0,328	0,000	0,926	0,000	0,676	0,000	8,000	0,000	5,420	0,000	5,420	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 = 45,00	0,758	0,000	0,339	0,000	0,987	0,000	0,689	0,000	11,500	2,780	7,880	0,000	13,300	0,000	0,000	0,000	342,710	0,000
1 = 60,00	0,702	0,000	0,408	0,000	0,863	0,000	0,660	0,000	11,500	7,250	7,250	0,000	15,470	0,000	0,000	0,000	112,160	0,000
1 = 80,00	0,742	0,000	0,440	0,000	0,966	0,000	0,716	0,000	11,500	10,000	8,230	0,000	15,260	0,000	0,000	0,000	158,200	0,000
2 = 00,00	0,837	0,000	0,539	0,000	1,016	0,000	0,694	0,000	11,500	10,000	9,290	0,000	17,480	0,000	0,000	0,000	174,800	0,000
2 = 11,30	0,729	0,000	0,427	0,000	0,908	0,000	0,682	0,000	11,500	5,690	7,910	0,000	17,160	0,000	0,000	0,000	97,640	0,000
2 = 20,00	0,871	0,000	0,292	0,000	0,969	0,000	0,707	0,000	11,500	4,310	8,130	0,000	16,040	0,000	0,000	0,000	69,130	0,000
2 = 31,30	0,612	0,000	0,272	0,000	0,994	0,000	0,638	0,000	11,500	9,950	7,250	0,000	15,390	0,000	0,000	0,000	89,680	0,000
Dist. Nivecap: 4,00 Volume Corte: 738,300 Volume Atamo: 0,00 Locação: 91,72																	Dist. Jazida/Atamo: Volume Bota Fora (+) / Atamo (-): 738,300 Média Alt. Corte: 0,6996 Média Alt. Atamo: 0,00	

* O destaque em vermelho é para indicar esses locais.

Fonte: Adaptado de SEI nº 71729456, p. 3.

Figura VII.2 – Locais com erro de cálculo na memória de cálculo do trecho de terraplenagem “02.1 - Eixo 7 - Prov”.

DADOS DE TERRAPLENAGEM																	Contrato nº	Medição:
CONSORCIO VADUTO ERIG																	029/2021 - 800F	2ª Medição
Descrição do Trecho																	EIXO 7 - PROV	
Largura do Pavimento = 10,500 m Espessura de Base = 0,160 m Espessura de Sub-Base = 0,170 m Largura de Terraplenagem = 11,500 m																	Larg. Terraplenagem = $Larg. Pavimento + 0,8m + 3 \times (Esp. Base + Esp. Sub. Base) + 0,2m$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MEDIA ARITMETICA DOS BONDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MEDIA ARITMETICA DOS BONDOS (COLUNAS 3, 5, 7)	CONFORME FOLHA DESENEHADA A DIM A	IGUAL ESTACA ATUAL - ANTI BOND 2	MEDIA DO CORTI VEZES LARGURA (COLUNA 8 X 10)	MEDIA DO ATIBRO VEZES LARGURA (COLUNA 9 X 10)	AREA DO CORTI (COLUNA 12 ACUMULADA)	AREA DO ATIBRO (COLUNA 13 ACUMULADA)	S. AR. CORTI	S. AR. ATIBRO	V. PAR. CORTI	V. PAR. ATIBRO
1 = 40,00	1,385	0,000	0,640	0,000	0,640	0,000	1,241	0,000	8,000	0,000	9,930	0,000	9,930	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 = 60,00	0,911	0,000	0,676	0,000	0,676	0,000	0,886	0,000	11,800	10,000	10,190	0,000	20,120	0,000	0,000	0,000	201,000	0,000
1 = 80,00	0,951	0,000	0,719	0,000	0,726	0,000	0,965	0,000	11,800	10,000	7,860	0,000	17,980	0,000	0,000	0,000	178,400	0,000
2 = 00,00	0,759	0,000	0,688	0,000	0,933	0,000	0,873	0,000	11,800	10,000	7,380	0,000	14,900	0,000	0,000	0,000	148,300	0,000
2 = 20,00	0,872	0,000	1,051	0,000	0,949	0,000	0,982	0,000	11,800	10,000	9,480	0,000	16,950	0,000	0,000	0,000	167,800	0,000
2 = 22,50	0,728	0,000	1,083	0,000	0,482	0,000	0,952	0,000	11,800	1,250	8,660	0,000	16,190	0,000	0,000	0,000	22,660	0,000
2 = 40,00	0,866	0,000	1,060	0,000	0,382	0,000	0,729	0,000	11,800	8,750	8,380	0,000	17,030	0,000	0,000	0,000	148,010	0,000
2 = 54,00	0,590	0,000	0,590	0,000	0,590	0,000	0,590	0,000	11,800	7,000	6,100	0,000	14,480	0,000	0,000	0,000	101,360	0,000
Dist. Nivecap: 4,00 Volume Corte: 969,530 Volume Atamo: 0,00 Locação: 114,00																	Dist. Jazida/Atamo: Volume Bota Fora (+) / Atamo (-): 969,530 Média Alt. Corte: 0,7825 Média Alt. Atamo: 0,00	

* O destaque em vermelho é para indicar esses locais.

Fonte: Adaptado de SEI nº 71729456, p. 5.



Figura VII.3 – Locais com erro de cálculo na memória de cálculo do trecho de terraplenagem “03.1 - Eixo 9 - Prov”.

DADOS DE TERRAPLENAGEM																	Conta nº	Medição
CONSORCIO VIADUTO EPIG																	0292021 - SOOF	2ª Medição
Descrição do Trecho																	EIXO 9 - PROV	
Largura de Pavimento = 14,000 m Espessura de Base = 0,160 m Espessura de Sub-Base = 0,170 m Largura de Terraplenagem = 15,000 m																	Larg. Terraplenagem = $Larg. Pavimento + 0,8m + 3 \times (Esp. Base + Esp. Sub. Base) + 0,2m$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MEDIA ARITMETICA DOS BORDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MEDIA ARITMETICA DOS BORDOS (COLUNAS 3, 5, 7)	CONFORME FÓRMULA DESCRITIVA ACIMA	IGUAL ESTACA ATUAL - ANTERIOR / 2	MEDIA DO CORTE VEZES LARGURA (COLUNA 8 X 10)	MEDIA DO ATERRIO VEZES LARGURA (COLUNA 9 X 10)	AREA DO ATERRIO (COLUNA 12 ACUMULADA)	AREA DO ATERRIO (COLUNA 13 ACUMULADA)	SBN-DISTANCIA VEZES S. AR. CORTE (COLUNA 11 X 16)	SBN-DISTANCIA VEZES S. AR. CORTE (COLUNA 11 X 16)	
ESTACAS	S. AR. CORTE	S. AR. ATERRIO	BORDO ISQUERDO CORTE	BORDO EA TER.	BORDO D. CORTE	BORDO A TER.	MEDIA CORTE	MEDIA ATERR.	LARGURA (M)	SBN-DIST.	AREA CORTE	AREA ATERR.	S. AR. CORTE	S. AR. ATERR.	V. PAR. CORTE	V. PAR. ATERR.		
D = 80,00	0,122	0,000	-	0,000	0,302	-	0,212	0,000	8,000	0,000	1,700	0,000	1,700	0,000	0,000	0,000		
T = 00,00	0,138	0,000	0,334	0,000	0,014	-	0,138	0,000	14,000	10,000	1,930	0,000	3,820	0,000	36,200	0,000		
T = 20,20	0,172	0,000	0,334	0,000	0,000	-	0,172	0,000	14,000	10,000	2,330	0,000	4,310	0,000	43,100	0,000		
T = 40,00	0,106	0,000	0,388	0,000	0,061	-	0,175	0,000	14,000	10,000	2,000	0,000	5,080	0,000	40,800	0,000		
T = 54,35	0,120	0,000	0,388	0,000	0,027	-	0,146	0,000	14,000	7,100	2,180	0,000	4,870	0,000	34,580	0,000		
T = 60,00	0,029	0,000	0,303	0,000	-	0,033	0,111	0,010	14,000	2,910	1,870	0,150	3,850	0,150	11,200	0,440		
T = 80,00	0,661	0,000	0,526	0,000	-	0,029	0,529	0,020	14,000	10,000	7,540	0,300	9,610	0,450	96,100	4,900		
T = 90,42	0,546	0,000	0,540	0,000	-	0,540	0,540	0,000	14,000	5,210	8,100	0,000	16,040	0,300	83,570	1,900		
Dist. NOVACAP: 4,00 Volume Corte: 365,530 Volume Atamo: 6,50 Localização: 110,44																	Dist. Jazida/Atamo: 349,000 Volume Bota Fora (+ / -) Atamo (-): 349,000 Média Alt. Corte: 0,2504 Média Alt. Atamo: 0,00	

* O destaque em vermelho é para indicar esses locais.

Fonte: Adaptado de SEI nº 71729456, p. 7.

Figura VII.4 – Locais com erro de cálculo na memória de cálculo do trecho de terraplenagem “02.2 - Alça Ligação Eixo 5 e 7”.

DADOS DE TERRAPLENAGEM																	Conta nº	Medição
CONSORCIO VIADUTO EPIG																	029 2021 - SOOF	3ª Medição
Descrição do Trecho																	ALÇA LIGAÇÃO EIXO 5 E 7	
Largura de Pavimento = 10,500 m Espessura de Base = 0,160 m Espessura de Sub-Base = 0,170 m Largura de Terraplenagem = 11,000 m																	Larg. Terraplenagem = $Larg. Pavimento + 0,8m + 8 \times (Esp. Base + Esp. Sub. Base) + 0,2m$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MEDIA ARITMETICA DOS BORDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MEDIA ARITMETICA DOS BORDOS (COLUNAS 3, 5, 7)	CONFORME FÓRMULA DESCRITIVA ACIMA	IGUAL ESTACA ATUAL - ANTERIOR / 2	MEDIA DO CORTE VEZES LARGURA (COLUNA 8 X 10)	MEDIA DO ATERRIO VEZES LARGURA (COLUNA 9 X 10)	AREA DO ATERRIO (COLUNA 12 ACUMULADA)	AREA DO ATERRIO (COLUNA 13 ACUMULADA)	SBN-DISTANCIA VEZES S. AR. CORTE (COLUNA 11 X 16)	SBN-DISTANCIA VEZES S. AR. CORTE (COLUNA 11 X 16)	
ESTACAS	S. AR. CORTE	S. AR. ATERRIO	BORDO ISQUERDO CORTE	BORDO EA TER.	BORDO D. CORTE	BORDO A TER.	MEDIA CORTE	MEDIA ATERR.	LARGURA (M)	SBN-DIST.	AREA CORTE	AREA ATERR.	S. AR. CORTE	S. AR. ATERR.	V. PAR. CORTE	V. PAR. ATERR.		
D = 00,000	0,480	0,000	0,709	0,000	0,582	0,000	0,590	0,000	11,800	0,000	6,790	0,000	6,790	0,000	0,000	0,000		
D = 04,861	0,480	0,000	0,572	0,000	0,470	0,000	0,507	0,000	11,800	2,430	5,830	0,000	12,620	0,000	30,870	0,000		
D = 12,439	0,536	0,000	1,099	0,000	0,549	0,000	0,728	0,000	11,800	3,790	8,370	0,000	14,200	0,000	53,820	0,000		
D = 20,000	0,670	0,000	0,980	0,000	0,575	0,000	0,725	0,000	11,800	3,780	8,340	0,000	16,710	0,000	65,160	0,000		
D = 30,590	0,806	0,000	1,012	0,000	0,735	0,000	0,891	0,000	11,800	5,470	9,790	0,000	18,190	0,000	86,190	0,000		
D = 40,000	0,443	0,000	0,448	0,000	0,684	0,000	0,525	0,000	11,800	2,540	6,040	0,000	16,890	0,000	71,870	0,500		
D = 52,654	0,680	0,000	0,517	0,000	0,656	0,000	0,618	0,000	11,800	6,330	7,110	0,000	13,150	0,000	88,240	0,000		
D = 60,000	0,518	0,000	0,472	0,000	0,537	0,000	0,508	0,000	11,800	3,670	5,840	0,000	12,950	0,000	47,530	0,000		
D = 63,692	0,620	0,000	0,482	0,000	0,684	0,000	0,599	0,000	11,800	1,950	5,890	0,000	12,730	0,000	25,550	0,000		
D = 69,580	0,489	0,000	0,399	0,000	0,526	0,000	0,485	0,000	11,800	2,940	5,390	0,000	12,540	0,000	36,990	0,000		
D = 74,739	0,661	0,000	0,511	0,000	0,725	0,000	0,638	0,000	11,800	2,970	7,260	0,000	12,630	0,000	28,970	0,000		
D = 80,000	0,500	0,000	0,369	0,000	0,571	0,000	0,480	0,000	11,800	2,540	5,520	0,000	12,800	0,000	37,630	0,000		
D = 81,931	0,708	0,000	0,304	0,000	0,841	0,000	0,617	0,000	11,800	0,670	7,100	0,000	12,620	0,000	6,480	0,000		
D = 89,609	0,600	0,000	0,454	0,000	0,685	0,000	0,580	0,000	11,800	4,140	6,670	0,000	13,770	0,000	57,010	0,000		
T = 00,000	0,634	0,000	0,588	0,000	0,534	0,000	0,589	0,000	11,800	5,200	6,540	0,000	13,210	0,000	66,890	0,000		
T = 09,745	0,482	0,000	0,511	0,000	0,384	0,000	0,492	0,000	11,800	4,870	5,200	0,000	11,740	0,000	57,170	0,000		
T = 89,399	0,481	0,000	0,720	0,000	0,242	0,000	0,474	0,000	11,800	4,830	5,450	0,000	10,690	0,000	91,440	0,000		
Dist. Novacap: 4,00 Volume Corte: 818,070 Volume Atamo: 0,00 Localização: 119,44																	Dist. Jazida/Atamo: 818,070 Volume Bota Fora (+ / -) Atamo (-): 818,070 Média Alt. Corte: 0,5886 Média Alt. Atamo: 0,00	

* O destaque em vermelho é para indicar esses locais.

Fonte: Adaptado de SEI nº 73355997, p. 40.



Figura VII.5 – Locais com erro de cálculo na memória de cálculo do trecho de terraplenagem “04 - Desvio 2”.

DADOS DE TERRAPLENAGEM																	Contrato n°	Medição:	
CONCORRÊNCIA MADURO EPIG																	020/2021 - SODF	4ª Medição	
Descrição do Trecho																	DESVIO 2		Trecho
Largura do Pavimento = 10,500 m Espessura de Base = 0,160 m Espessura de Sub-Base = 0,170 m Largura de Terraplenagem = 11,500 m																	Larg. Terraplenagem = $Larg. Pavimento + 0,8m + 3 \times (Esp. Base + Esp. Sub. Base) + 0,2m$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MÉDIA ARITMÉTICA DOS BORDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MÉDIA ARITMÉTICA DOS BORDOS (COLUNAS 3, 5, 7)	CONFORME FÓRMULA DE CORREÇÃO ACIMA	IGUAL ESTACA ANTERIOR 2	MÉDIA DO CORTES VEZES LARGURA (COLUNA 8 X 10)	MÉDIA DO ATERRIO VEZES LARGURA (COLUNA 9 X 10)	ÁREA DO CORTES (COLUNA 12 ACUMULADA)	ÁREA DO ATERRIO (COLUNA 13 ACUMULADA)	SOM. DIST. ANTERIOR VEZES S. AR. CORTES (COLUNA 11 X 14)	SOM. DIST. ANTERIOR VEZES S. AR. CORTES (COLUNA 11 X 15)		
ESTACAS	BORDO CORTES	BORDO A TERRO	BORDO BORDO CORTES	BORDO A TERRO	BORDO D. CORT.	BORDO D. ATER.	MÉDIA CORT.	MÉDIA ATER.	LARGURA (M)	SOM. DIST.	ÁREA CORTES	ÁREA ATER.	S. AR. CORT.	S. AR. ATER.	V. PAR. CORT.	V. PAR. ATER.			
0 + 00,000	0,438	0,000	0,578	0,000	0,344	0,000	0,440	0,000	11,500	0,000	5,250	0,000	5,250	0,000	0,000	0,000			
0 + 20,000	0,507	0,000	0,936	0,000	0,501	0,000	0,745	0,000	11,500	10,000	8,570	0,000	13,860	0,000	138,000	0,000			
0 + 40,000	1,157	0,000	1,247	0,000	0,409	0,000	0,936	0,000	11,500	10,000	10,790	0,000	19,360	0,000	193,600	0,000			
0 + 60,000	0,513	0,000	1,008	0,000	0,000	0,530	0,340	0,380	11,500	10,000	3,910	2,070	14,700	2,070	147,000	20,700			
0 + 80,000	0,000	0,193	0,307	0,000	0,000	0,699	0,102	0,300	11,500	10,000	1,170	3,450	5,080	5,520	50,800	56,200			
1 + 00,000	0,000	0,294	0,000	0,000	0,000	0,838	0,048	0,370	11,500	10,000	0,490	4,260	1,680	7,710	16,600	77,100			
1 + 20,000	0,000	0,468	0,000	0,041	0,000	0,947	0,000	0,460	11,500	10,000	0,000	5,640	0,000	9,000	4,000	99,000			
1 + 40,000	0,000	0,576	0,000	1,554	0,000	0,000	0,531	0,560	11,500	10,000	6,110	5,750	6,110	11,350	61,100	113,500			
1 + 60,000	0,000	0,218	0,368	0,000	0,000	0,895	0,125	0,340	11,500	10,000	1,410	3,910	7,520	9,660	75,200	96,600			
1 + 80,000	0,399	0,000	0,829	0,000	0,000	0,219	0,376	0,070	11,500	10,000	4,320	0,810	5,730	4,720	57,300	47,200			
1 + 90,000	0,549	0,000	0,917	0,000	0,173	0,000	0,546	0,000	11,500	4,750	6,280	0,000	10,600	0,810	50,300	3,850			
2 + 00,000	0,537	0,000	0,909	0,000	0,169	0,000	0,538	0,000	11,500	5,250	6,190	0,000	12,470	0,000	65,470	0,000			
2 + 05,000	0,530	0,000	0,901	0,000	0,164	0,000	0,532	0,000	11,500	2,500	6,120	0,000	12,910	0,000	30,780	0,000			
2 + 20,000	1,548	0,000	1,348	0,000	0,853	0,000	1,589	0,000	11,500	7,500	12,430	0,000	18,370	0,000	139,200	0,000			
2 + 40,000	1,091	0,000	1,728	0,000	0,615	0,000	1,162	0,000	11,500	10,000	13,110	0,000	25,960	0,000	225,000	0,000			
2 + 46,000	1,091	0,000	1,289	0,000	0,525	0,000	1,162	0,000	11,500	3,000	12,630	0,000	25,960	0,000	77,340	0,000			
2 + 60,000	1,298	0,000	1,907	0,000	1,178	0,000	1,439	0,000	11,500	7,000	16,780	0,000	23,450	0,000	206,150	0,000			
2 + 77,80	0,530	0,000	1,026	0,000	0,415	0,000	0,657	0,000	11,500	8,930	7,560	0,000	24,340	0,000	217,360	0,000			
Dist. Novo/cp: 4,00 Volume Corte: 1.787,430 Volume Aterr.: 513,95 Localização: 277,88																	Dist. Ant./cp: 0,13		

* O destaque em vermelho é para indicar esses locais.

Fonte: Adaptado de SEI nº 75682533, p. 77.

Figura VII.6 – Locais com erro de cálculo na memória de cálculo do trecho de terraplenagem “04.1 - Acesso Parque”.

DADOS DE TERRAPLENAGEM																	Contrato n°	Medição:	
CONCORRÊNCIA MADURO EPIG																	020/2021 - SODF	4ª Medição	
Descrição do Trecho																	ACESSO PARQUE		Trecho
Largura do Pavimento = 10,500 m Espessura de Base = 0,160 m Espessura de Sub-Base = 0,170 m Largura de Terraplenagem = 11,500 m																	Larg. Terraplenagem = $Larg. Pavimento + 0,8m + 3 \times (Esp. Base + Esp. Sub. Base) + 0,2m$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MÉDIA ARITMÉTICA DOS BORDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MÉDIA ARITMÉTICA DOS BORDOS (COLUNAS 3, 5, 7)	CONFORME FÓRMULA DE CORREÇÃO ACIMA	IGUAL ESTACA ANTERIOR 2	MÉDIA DO CORTES VEZES LARGURA (COLUNA 8 X 10)	MÉDIA DO ATERRIO VEZES LARGURA (COLUNA 9 X 10)	ÁREA DO CORTES (COLUNA 12 ACUMULADA)	ÁREA DO ATERRIO (COLUNA 13 ACUMULADA)	SOM. DIST. ANTERIOR VEZES S. AR. CORTES (COLUNA 11 X 14)	SOM. DIST. ANTERIOR VEZES S. AR. CORTES (COLUNA 11 X 15)		
ESTACAS	BORDO CORTES	BORDO A TERRO	BORDO BORDO CORTES	BORDO A TERRO	BORDO D. CORT.	BORDO D. ATER.	MÉDIA CORT.	MÉDIA ATER.	LARGURA (M)	SOM. DIST.	ÁREA CORTES	ÁREA ATER.	S. AR. CORT.	S. AR. ATER.	V. PAR. CORT.	V. PAR. ATER.			
0 + 40,000	-	0,320	-	0,000	-	1,050	0,000	0,690	11,500	0,000	0,000	7,250	0,000	7,250	0,000	0,000			
0 + 60,000	-	0,310	0,000	0,000	-	0,950	0,023	0,290	11,500	10,000	0,260	3,340	0,360	10,690	2,600	105,000			
0 + 68,700	0,090	0,000	0,500	0,000	-	0,450	0,007	0,050	11,500	4,850	2,270	1,750	2,980	0,000	24,590	0,000			
0 + 80,000	0,380	0,000	0,600	0,000	0,090	0,000	0,367	0,000	11,500	5,150	4,110	0,000	6,360	1,730	32,860	6,910			
0 + 90,000	0,530	0,000	0,510	0,000	0,390	0,000	0,477	0,000	11,500	5,000	5,490	0,000	9,600	0,000	48,000	0,000			
Dist. Novo/cp: 4,00 Volume Corte: 95,730 Volume Aterr.: 139,40 Localização: 50,00																	Dist. Ant./cp: -43,670		

* O destaque em vermelho é para indicar esses locais.

Fonte: Adaptado de SEI nº 75682533, p. 78.



Figura VII.7 – Locais com erro de cálculo na memória de cálculo do trecho de terraplenagem “06 - Desvio 2 - Alternativo”.

DADOS DE TERRAPLENAGEM													Contato n°	Medição:				
CONSORCIO MADUTO EPIG													020/2021 - SODF	6ª Medição				
Descrição do Trecho										DESVIO 2 - ALTERNATIVO		Trecho						
Largura do Pavimento = 13,000 m										Espessura de Base = 0,160 m		Espessura de Sub-Base = 0,170 m		Largura de Terraplenagem = 14,500 m				
Larg. Terraplenagem = Larg. Pavimento + 0,8m + 3 x (Esp. Base + Esp. Sub. Base) + 0,2m																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	VALORES DIGITADOS (NOTAS DE SERVIÇOS)	MÉDIA ÁREA EFICAZ DOS BORDOS (COLUNAS 2, 4 E 6)	MÉDIA ÁREA EFICAZ DOS BORDOS (COLUNAS 3, 5, 7)	CONFORME FÓRMULA SEM OBTERRAÇÃO ACRIÁ	IGUAL ESTACA ATUAL - ANTERIOR / 2	MÉDIA DO CORTE E VÍZES LAJURA (COLUNA 9 X 10)	MÉDIA DO ATERRIO VÍZES LAJURA (COLUNA 9 X 10)	ÁREA DO CORTE (COLUNA 12 A CUMULADA)	ÁREA DO ATERRIO (COLUNA 13 A CUMULADA)	S. AR. CORT.	S. AR. ATERR.	V. PAR. CORT.	V. PAR. ATERR.
ESTACAS	BORDO CORTE	BORDO ATERR.	BORDO BORDO CORTE	BORDO SA TER.	BORDO D. CORTE	BORDO D. ATERR.	MÉDIA CORT.	MÉDIA ATERR.	LAJURA (M)	SEM DIST.	ÁREA CORTE	ÁREA ATERR.	S. AR. CORT.	S. AR. ATERR.	V. PAR. CORT.	V. PAR. ATERR.		
0 + 00,000	0,90	0,000	0,87	0,000	0,81	0,000	0,860	0,000	14,500	0,000	12,470	0,000	12,470	0,000	0,000	0,000		
0 + 10,058	0,90	0,000	0,00	0,041	0,88	0,000	0,460	0,000	14,500	5,030	6,670	0,150	19,140	0,150	96,270	0,750		
0 + 20,117	0,90	0,000	0,21	0,000	0,65	0,000	0,543	0,000	14,500	5,030	7,870	0,000	14,540	0,150	73,140	0,750		
0 + 30,175	0,96	0,000	0,32	0,000	0,90	0,000	0,727	0,000	14,500	5,030	10,540	0,000	18,410	0,000	92,600	0,000		
0 + 39,791	0,91	0,000	0,58	0,000	0,81	0,000	0,767	0,000	14,500	4,810	11,120	0,000	21,660	0,000	104,180	0,000		
Dist. Nascap: 4,00		Volume Corte: 366,190		Volume Aterra: 1,50		Localção: 39,80												
Dist. Jazida/Aterra:		Volume Bota Fora (+ / -) Altern: 364,690		Média Alt. Corte: 0,674		Média Alt. Aterra: 0,00												

* O destaque em vermelho é para indicar esses locais.

Fonte: Adaptado de SEI nº 77582636, p. 14.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERNAZ, Maria Paula; LIMA, Cecília Modesto. **Dicionário ilustrado de arquitetura**. São Paulo: ProEditores, 1998. v. 1.
- ALMEIDA, Maria Cascão Ferreira de. **Estruturas isostáticas**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- ALONSO, Urbano Rodriguez. **Dimensionamento de fundações profundas**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2012.
- ANDRADE, Tibério; SILVA, Angelo Just da Costa e. **Patologia das estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações (Volume 2)**. São Paulo: IBRACON, 2005, Cap. 32, p. 953-983.
- ARCELOR MITTAL. **Catálogo de fios e cordoalhas para concreto protendido**. Outubro 2021. Disponível em: <https://brasil.arcelormittal.com/produtos-solucoes/construcao-civil/fios-e-cordoalhas>.
- ARGENTA, Marco Andre. **Apostila de resistência dos materiais I**. Paraná: Departamento de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, 2012.
- Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). **Vocabulário de teoria das estruturas**. São Paulo, 1967.
- BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Fundamentos do concreto armado**. São Paulo: Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista, 2019.
- BERBERIAN, Dickran. **Engenharia de fundações passo-a-passo**. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 2015.
- BOLINA, Fabrício Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- BONATTO, Hamilton. **Governança e gestão de obras públicas: do planejamento à pós-ocupação**. Belo Horizonte: Fórum, 2018.
- BRASFOND. **Catálogo institucional**. Disponível em: <http://www.brasfond.com/pt/catalogo.html>. Acesso em: 25/8/2022.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de termos da qualidade**. Rio de Janeiro, 1997a.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro, 1997b.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPT). **Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários** (Publicação IPR 744). Rio de Janeiro, 2010.
- BRASIL. Tribunal de Contas da União (TCU). **Obras Públicas: Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas**. 4. ed. Brasília: TCU, Secretaria-Geral de Controle Externo, Secretaria de Fiscalização de Obras de Infraestrutura Urbana, 2014.
- CREMONINI, Ruy Alberto. **Análise de estruturas acabadas: contribuição para a determinação da relação entre resistências potencial e efetiva do concreto**. São Paulo: EPUSP, 1994.
- DAL MOLIN, D. C. C. *et al.* **Contribuição à Previsão da Vida Útil de Estruturas de Concreto**. In: KAZMIERCZAK, C. de S.; FABRICIO, M. M. (Orgs.) **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras: materiais e sustentabilidade**. Porto Alegre: ANTAC e Editora Scienza, 2016. p. 223-270.
- FARIAS, Cristiano Chaves de; ROSENVALD, Nelson. **Curso de Direito Civil: Parte Geral e LINDB, Volume 1**. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- FRITZ, Leonhardt; MÖNNIG, Eduard. **Construções de concreto, volume 3: princípios básicos sobre a armação de estruturas de concreto armado**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.
- FRITZ, Leonhardt; MÖNNIG, Eduard. **Construções de concreto, volume 1: princípios básicos do dimensionamento de estruturas de concreto armado**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1977.
- FUSCO, Péricles Brasiliense. **Estruturas de concreto: fundamentos do projeto estrutural**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil – Ed. da Universidade de São Paulo, 1976a.
- FUSCO, Péricles Brasiliense. **Estruturas de concreto: fundamentos estatísticos da segurança das estruturas**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil – Ed. da Universidade de São Paulo, 1976b.



- FUSCO, Péricles Brasiliense. ONISHI, Minoru. **Introdução à engenharia de estruturas de concreto**. São Paulo: Cengage, 2017.
- FUSCO, Péricles Brasiliense. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1995.
- FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do concreto estrutural: tópicos aplicados**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2008.
- GUIMARÃES, André Tavares da Cunha. **Propriedades do concreto fresco**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações (Volume 1)**. São Paulo: IBRACON, 2005, Cap. 16, p. 473-494.
- HANAI, João Bento de. **Comportamento Resistente, Ductilidade e Confinamento**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações (Volume 1)**. São Paulo: IBRACON, 2005, Cap. 6, p. 165-200.
- HASPARYK, Nicole Pagan *et al.* **Deformações por Retração e Fluência**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações (Volume 1)**. São Paulo: IBRACON, 2005, Cap. 22, p. 655-685.
- HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Análise da resistência à compressão do concreto em estruturas acabadas com vistas à revisão da segurança estrutural**. Revista ALCONPAT, v. 1, n. 1, p. 64-89, 30 Jan. 2011.
- HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Controle de qualidade do concreto**. São Paulo: EPUSP, 1986.
- HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Manual de reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.
- HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Recomendação para extração e análise de testemunhos de estruturas de concreto**. In: *Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción Internacional – ALCONPAT-Internacional. Recomendación Técnica n° 9*. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21041/AlconpatInternacional/RecTec/2020-09-testigosdeestructurasdeconcreto>.
- HELENE, Paulo Roberto do Lago; ANDRADE, Tibério. **Concreto de cimento Portland**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (org.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais (Volume 2)**. São Paulo: IBRACON, 2007, Cap. 27, p. 905-944.
- HELENE, Paulo Roberto do Lago; TERZIAN, Paulo. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: PINI; Brasília: SENAI, 1992.
- JUSTEN FILHO, Marçal. **Comentários à lei de licitações e contratos administrativos**. 18. ed. São Paulo: Thomson Reuters, 2019.
- LEET, Kenneth M.; UANG, Chia-Ming; GILBERT, Anne M. **Fundamentos da análise estrutural**. 3. ed. Porto Alegre: AMGM, 2010.
- LIMA, Maryangela Geimba de. **Ação do meio ambiente sobre as estruturas de concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações (Volume 1)**. São Paulo: IBRACON, 2005, Cap. 24, p. 713-751.
- MARCHETTI, Osvaldemar. **Pontes de Concreto Armado**. São Paulo: Editora Blucher, 2008.
- MEHTA, Povindar Kumar; MONTEIRO, Paulo José Melaragno. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008.
- MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito de construir**. 9. ed. São Paulo: Malheiros, 2005.
- MONTOYA, Jiménez. **Hormigón armado**. 15. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2009.
- MOTTA, Fabrício. **Publicidade e transparência são conceitos complementares**. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2018-fev-01/interesse-publico-publicidade-transparencia-sao-conceitos-complementares>. Acesso em: 15/8/2022.
- NAKAMURA, Juliana. 4 ago 2021. **Vazios de concretagem põem em risco desempenho de estruturas de concreto armado**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/vazios-de-concretagem-poem-em-risco-desempenho-de-estruturas-de-concreto-armado/14605>. Acesso em: 15/3/2023.
- NEVILLE, Adam M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- NEVILLE, Adam M.; BROOKS, J. J. **Concrete Technology**. 2. ed. England: Pearson Education Limited, 2010.
- PESSOA JUNIOR, Elci. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- PFEIL, Walter. **Dimensionamento do concreto armado à flexão composta: segundo as recomendações CEB/72 e a nova norma brasileira NBI/75**. Rio de Janeiro: LTC, 1976.
- PFEIL, Walter. **Pontes em concreto armado: mesoestrutura, infra-estrutura, apoio (Volume 2)**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC. 1988.



- PINHEIRO, Libânio Miranda. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.
- PORTELA, Artur; SILVA, Arlindo. **Mecânica dos materiais**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- REBELLO, Yopanan Conrado Pereira. **Fundações: guia prático de projeto, execução e dimensionamento**. São Paulo: Ziguarte Editora, 2008.
- REESE, Lymon C.; VAN IMPE, William. **Single piles and pile groups under lateral loading**. 2. ed. Londres: CRC Press/Balkema, 2011.
- REZENDE MARTINS, Paulo Chaves de. **Pequenos incidentes, grandes prejuízos – Graves anomalias de funcionamento**. In: CUNHA, Albino Joaquim Pimenta da; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; LIMA, Nelson Araújo (coord.). **Acidentes estruturais na construção civil (Volume 1)**. São Paulo: Pini, 1996.
- ROCHA, Aderson Moreira da. **Cálculo do concreto armado baseado nos regimes de ruptura**. Rio de Janeiro: Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1947.
- ROMAN, Leslie Maria Finger; JOBIM, Margaret Souza Schmidt; ROMAN, Humberto Ramos. **Normalização na construção civil**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (org.). **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais (Volume 1)**. São Paulo: IBRACON, 2007, Cap. 3, p. 75-94.
- RUDLOFF. **Catálogo de Concreto Protendido**. REV.6 - 01/2019. Disponível em: <https://www.rudloff.com.br/download/>.
- RUIZ, José Calavera. **Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado (Tomo I)**. 2. ed. Madri: INTEMAC, 2005a.
- RUIZ, José Calavera. **Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado (Tomo II)**. 2. ed. Madri: INTEMAC, 2005b.
- SAES, José Luiz. **Execução de fundações profundas**. In: HACHICH, Waldemar *et al.* org. **Fundações: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998, Cap. 9, p. 329-408.
- SANTOS, José Sérgio dos. **Desconstruindo o projeto estrutural de edifícios: concreto armado e protendido**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.
- SANTOS, Lauro Modesto dos. **Cálculo de concreto armado, segundo a nova NB-1 e o CEB**. 2. ed. São Paulo: Editora LMS Ltda., 1983.
- SILVA, Paulo Fernando A. **Controle tecnológico do concreto em obras**. In: Revista Concreto e Construções do IBRACON, São Paulo, ed. 86, p. 24-29, abr./jun. 2017.
- SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- SÜSSEKIND, José Carlos. **Curso de concreto: concreto armado (Volume 1)**. Porto Alegre: Globo, 1980.
- SÜSSEKIND, José Carlos. **Curso de concreto: concreto armado (Volume 2)**. 3. ed. Porto Alegre: Globo, 1987.
- TANGO, Carlos Eduardo de Siqueira. **Produção, transporte e controle do concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações (Volume 1)**. São Paulo: IBRACON, 2005, Cap. 17, p. 495-525.
- TEIXEIRA-DIAS, F. *et al.* **Método dos elementos finitos: técnicas de simulação numérica em engenharia**. Lisboa: ETEP, 2010.
- THOMAS, George Brinton; WEIR, Maurice D.; HASS, Joel. **Cálculo (Volume 1)**. 12. ed. São Paulo: *Pearson Education* do Brasil, 2012.
- THOMAZ, Eduardo Christo Silveira. **Fissuração do concreto: exemplos de casos reais**. Rio de Janeiro: Seção de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção do Instituto Militar de Engenharia. 2019. Disponível em: <<http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/fissuracao/exemplo108.pdf>>
- THOMAZ, Eduardo Christo Silveira. **Notas de aula sobre o efeito Rüsçh**. Rio de Janeiro: Seção de Ensino de Engenharia de Fortificação e Construção do Instituto Militar de Engenharia.
- THOMAZ, Ercio. **Execução, controle e desempenho das estruturas de concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações (Volume 1)**. São Paulo: IBRACON, 2005, Cap. 18, p. 527-581.
- TOBÍO, J. M. **Resistencia del hormigón en estructuras terminadas**. In: *Informes De La Construcción*, 21(203), 1968, p. 57-74.



VELLOSO, Dirceu de Alencar; LOPES, Francisco de Rezende. **Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais, fundações profundas (volume completo)**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

VESIC, Aleksandar Sedmak. *Design of pile foundations. Synthesis of Highway Practice 42, Transportation Research Board, National Research Council*, Washington, 1977.

7. NOTAS DE FIM

Introdução

[1] **Achado (ponto) de auditoria** é qualquer fato significativo, digno de relato pelo auditor, constituído de 4 (quatro) atributos essenciais: situação encontrada (ou condição), critério, causa e efeito. Decorre da comparação da situação encontrada com o critério e deve ser devidamente comprovado por evidências. (Item 99, da Portaria nº 185/2020, do Tribunal de Contas da União – TCU)

[2] Segundo disposto no “caput”, do art. 64, da Portaria nº 47/2017, da CGDF, a **Matriz Integrada de Planejamento e Procedimentos – MIPP** é elaborada pela equipe de auditoria a partir dos pontos chave de controle, controles primários existentes e riscos evidenciados. Além disso, ela contém as questões de auditoria vinculadas a cada um dos pontos chave de controle, os itens de verificação associados a cada uma das questões de auditoria, os critérios mais relevantes que serão utilizados como parâmetros balizadores da avaliação de cada item de verificação, e os procedimentos a serem utilizados na fase de execução para resolução de cada item de verificação.

[3] **Procedimentos de auditoria governamental** são o conjunto de *técnicas* que permitem a obtenção de evidências ou provas suficientes e adequadas para a formulação e a fundamentação da opinião em uma ação de controle e apresentar o resultado dos trabalhos à Administração Pública. É orientado para a resolução de um *problema focal* e de *questões de auditoria*. (Art. 26, da Portaria nº 47/2017, da CGDF, c/c item 4402.1, das NAG, de 2011, do IRB, c/c NBC TA 500)

[4] **Análise documental** consiste em apurar, demonstrar, corroborar e concorrer para provar, acima de qualquer dúvida cabível, a validade e autenticidade de uma situação, documento ou atributo, ou a responsabilidade do universo auditado, por meio de provas obtidas em documentos integrantes dos processos administrativo, orçamentário, financeiro, contábil, operacional, patrimonial ou gerencial do ente público no curso normal de sua atividade. Ou seja, é o exame de processos, atos formalizados e documentos avulsos. (Inciso II, do art. 29, da Portaria nº 47/2017, da CGDF, c/c item 4402.2.9, das NAG, de 2011, do IRB)

[5] **Conferência de cálculos (ou recálculo)** é a revisão das memórias de cálculos ou confirmação da exatidão matemática das somas, deduções, produtos, divisões, sequências numéricas, adequada aplicação de taxas, entre outras, por meio da análise de elementos numéricos correlacionados, a fim de verificar a concordância entre os resultados, coerência de cifras e dados no contexto de sua própria natureza (Inciso III, do art. 29, da Portaria nº 47/2017, da CGDF, c/c item 4402.2.4, das NAG, de 2011, do IRB, c/c item A19, da NBC TA 500).

[6] **Observação de atividades (ou observação de campo)** consiste no processo de visitação e acompanhamento técnico, em que o profissional de auditoria governamental observa, *in loco*, sistemas ou processos operacionais da Administração Pública, ou ainda atividades de gestores, administradores, servidores, empregados ou representantes de um ente público, objetivando, precipuamente, verificar o seu funcionamento no momento em que ocorrem, com a finalidade de revelar erros, problemas ou deficiências que de outra forma seriam de difícil constatação. Essa técnica possui 2 (duas) limitações. A primeira consiste no fato de estar adstrita ao momento no tempo em que a observação ocorre. Já a segunda refere-se ao fato de que o ato de observar pode afetar a maneira como o processo ou procedimento é executado pelos agentes envolvidos. (Art. 26, c/c inciso VIII, do art. 29, ambos da Portaria nº 47/2017 – CGDF, c/c item 4402.2.7, das Normas de Auditoria Governamental – NAG, de 2011, do Instituto Rui Barbosa – IRB, c/c item A17, da NBC TA 500)

[7] **Superfaturamento** é o dano provocado ao patrimônio da Administração (Inciso LVII, do art. 6º, da Lei Federal nº 14.133/2021)

[8] **Terraplenagem** é o conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga, compactação de solos, aplicadas na construção de aterros e cortes, dando à superfície do terreno a forma projetada para a obra (BRASIL, 1997b).

[9] Item 3.3.2, da antiga NBR 8950:1985 da ABNT.

[10] Departamento de Compras – DECOMP, da Diretoria Administrativa – DA, da NOVACAP.



- [11] **Anotação de Responsabilidade Técnica – ART** é um instrumento exigido pela Lei Federal nº 6.496, de 1977, que define, para os efeitos legais, os responsáveis técnicos por empreendimentos de engenharia, envolvendo a execução de obras ou a prestação de serviços técnicos profissionais abrangidos pelo Sistema CONFEA/CREA.
- [12] Inciso II, do item 102, da Portaria nº 185/2020, do TCU, c/c item 4111.3.1, das Normas de Auditoria Governamental – NAG, de 2011, do Instituto Rui Barbosa – IRB.
- [13] Itens 1.3 e 2, ambos da ISO/IEC GUIA 2:2006 da ABNT.
- [14] Item 3.1, da ISO/IEC GUIA 2:2006 da ABNT.
- [15] Item 3.2, da ISO/IEC GUIA 2:2006 da ABNT.
- [16] Disponível em: <https://www.abnt.org.br/normalizacao/sobre>. Acesso em: 28/9/2022.
- [17] **Estado da arte** é o estágio de desenvolvimento de uma capacitação técnica em um determinado momento, em relação a produtos, processos e serviços, baseado em descobertas científicas, tecnológicas e experiências consolidadas e pertinentes (item 1.4, da ISO/IEC GUIA 2:2006 da ABNT).
- [18] Item 3.3, da NBR 5671:1990 da ABNT.
- [19] Item 3.4, da NBR 5671:1990 da ABNT.
- [20] Item 3.6, da NBR 5671:1990 da ABNT.
- [21] Item 3.7, da NBR 5671:1990, c/c item 3.29, da antiga NBR 5670:1977, ambas da ABNT.

Ponto de Auditoria 3.1.1

- [1.1] Procedimento do IBRAOP – PROC-IBR-ROD 116/2019.
- [1.2] Sítio do Sistema de Gestão Laboratorial – SIGELAB do SENAI, disponível em: <http://lcc.sistemafibra.org.br/lcc/>.
- [1.3] Os ensaios de ruptura de corpos de prova de concreto foram realizados pelo IST/DF em diferentes idades de controle, tais como, 7 e 28 dias. No entanto, como as resistências características do concreto à compressão (f_{ck}) indicadas em projeto referem-se, por padrão, à idade de 28 dias, optou-se por analisar apenas os relatórios com idades de controle mais próximas a essa data.

Ponto de Auditoria 3.1.2

- [2.1] **Testemunho** é uma amostra representativa do concreto endurecido da estrutura (de concreto simples, armado ou protendido), de forma cilíndrica, extraída de *estrutura acabada* para fins de avaliação da resistência característica à compressão estimada ($f_{ck,est}$), com vistas à comparação com a resistência característica indicada no projeto estrutural (f_{ck}) (BRASIL, 1997b).
- [2.2] **Estrutura** é o corpo ou conjunto de corpos de uma construção que se destina a resistir às cargas atuantes e transmiti-las ao terreno de fundação ou a outro meio de suporte (BRASIL, 1997b e ABCP, 1967, p. 24).
- [2.3] *American Concrete Institute. ACI 116R-90: Cement and concrete terminology. 1990.*
- [2.4] **Blocos de coroamento** são elementos estruturais de concreto armado, com a função de transferir as cargas dos pilares para os elementos de fundação profunda (estacas ou tubulões) (item 3.4, da NBR 6122:2022 da ABNT). Além disso, também possuem “a função de distribuir, absorver e transmitir esforços horizontais, momentos fletores, empuxos passivos, etc. para as cintas e para outras fundações vizinhas” (BERBERIAN, 2015).
- [2.5] **Vigas de travamento** (cintas ou vigas baldrame), nesse contexto, cumprem basicamente 2 (dois) papéis: travar os blocos de coroamento e travar os pilares cujo comprimento de flambagem é muito grande (SANTOS, 2017, p. 50).
- [2.6] **Pilares** são elementos estruturais lineares de eixo reto, usualmente dispostos na vertical, em que as forças normais de compressão são preponderantes (item 14.4.1.2, da NBR 6118:2014 da ABNT).
- [2.7] A **laje ou placa de transição** é uma placa de concreto armado apoiada em um “dente” da estrutura e no próprio terrapleno, com a função de amenizar as diferenças de nível entre o terrapleno e o tabuleiro da ponte, provocadas por recalques (PFEIL, 1983, p. 31).
- [2.8] **Cortinas** (muros) são elementos estruturais destinados a resistir às pressões laterais (empuxo) devidas ao solo ou à água (item 3.1, da NBR 9061:1985 da ABNT).



[2.9] **Encontros** são elementos constituintes de pontes e viadutos que ligam tais obras de arte especiais e o terrapleno, servindo tanto para proteger as extremidades do aterro contra erosão quanto para absorver os esforços horizontais aplicados no tabuleiro (PFEIL, 1983, p. 10).

[2.10] **Vão** é a “*distância horizontal no eixo da superestrutura entre dois apoios consecutivos*” (item 3.9, da NBR 7187:2021 da ABNT).

[2.11] **Dosagem** corresponde ao conjunto de procedimentos necessários à obtenção do traço do concreto para atendimento dos requisitos especificados pelo projeto estrutural e pelas condições da obra (item 3.32, da NBR 12655:2022 da ABNT), isto é, fazer com que o concreto fabricado tenha a resistência à compressão especificada e mantenha a trabalhabilidade adequada à moldagem das peças estruturais (FUSCO, 2008, p. 68). Para tanto, é feito o proporcionamento em massa ou em volume dos materiais necessários para a obtenção do concreto desejado (item 3.12, da NBR 7212:2021 da ABNT).

[2.12] **Central de concreto** é o local dotado de instalações em que se efetuam as operações de recebimento, estocagem e dosagem dos materiais constituintes do concreto e, conforme o caso, mistura do concreto (item 3.4, da NBR 7212:2021 da ABNT). Portanto, **concreto dosado em central** é aquele cuja operação de dosagem é feita em instalações específicas, em central instalada em indústria, misturado em caminhão-betoneira ou equipamento estacionado, transportado por equipamento dotado ou não de agitação, para entrega antes do início de pega do concreto, em local e tempo determinados, para que se processem as operações subsequentes à entrega, necessárias à obtenção de um concreto endurecido com as propriedades especificadas (item 3.7, da NBR 7212:2021 da ABNT).

[2.13] Itens 3.36 e 4.1.2, ambos da NBR 12655:2022 da ABNT.

[2.14] Caminhão-betoneira é um veículo dotado de balão (tambor) rotativo com eixo inclinado, provido de chapas helicoidais (facas) que permitem que o concreto seja misturado

[2.15] **Betonada** é a menor quantidade de concreto dosado e misturado que pode ser considerada como uma unidade e tem uma única resistência a compressão (item 3.18, da NBR 12655:2022 da ABNT). No caso do concreto, a menor quantidade de produto é uma **amassada**, qualquer que seja o volume da betoneira (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 304).

[2.16] Item 3.26, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[2.17] Alínea “a”, do item 4.2, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[2.18] Acerca da **resistência à compressão do concreto**, está disposto no item 8.2.4, da NBR 6118:2014 da ABNT, que, “*Quando não for indicada a idade, as resistências referem-se à idade de 28 dias*” (grifo nosso). Por sua vez, Neville (2016, p. 318) ensina que, “*Na prática, a resistência do concreto é tradicionalmente considerada aos 28 dias de idade, e, com frequência, outras propriedades são referenciadas à resistência aos 28 dias. Não existe uma razão científica para a escolha dessa idade. Ela simplesmente se deve ao fato de que os cimentos mais antigos desenvolviam resistência lentamente, e era necessário basear a descrição da resistência em um estágio em que já houvesse ocorrido uma hidratação significativa. A escolha específica de um múltiplo de semanas, muito provavelmente foi feita de modo que os ensaios, bem como o lançamento, fossem realizados em um dia útil.*” (grifo nosso)

[2.19] Presume-se que a antecipação de um dia para o ensaio de ruptura dos Exemplares 16 a 20 do IST/DF foi em razão de aproveitar a sexta-feira, ao invés de ensaiar em um sábado.

[2.20] Item 12.3.3, da NBR 6118:2014 da ABNT.

[2.21] **Carta de traço** é o documento emitido pela empresa de serviços de concretagem que especifica a composição do concreto, os parâmetros e as especificações técnicas solicitadas pelo contratante (item 3.3, da NBR 7212:2021 da ABNT).

[2.22] Item J.10, do Anexo J, da NBR 6122:2022 da ABNT.

[2.23] Item 6.2.2, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[2.24] **Lançamento do concreto** é a fase de concretagem que consiste em “lançar” o concreto, após seu amassamento, no local mais próximo de sua posição final e de acordo com as disposições de norma técnica específica. A saber, **amassamento** é a conversão, manual ou mecanizada, de cimento, agregados e água em “massa” (mistura homogeneizada) a ser utilizada na concretagem. (BRASIL, 1997b)

[2.25] Item 9.3.1, da NBR 14931:2004 da ABNT.

[2.26] **Adensamento** é a fase da concretagem que consiste na aplicação de vibração ou socagem contínua e enérgica do concreto durante e imediatamente após o seu lançamento nas fôrmas, conforme determinado em norma técnica (BRASIL, 1997b).

[2.27] Item 5.7, da NBR 7212:2021 da ABNT.

[2.28] **Aditivos para concreto** são produtos adicionados durante o processo de preparação do concreto, em quantidade não maior que 5% da massa de material cimentício contida no concreto, com o objetivo de modificar as propriedades do concreto no estado fresco ou no estado endurecido (item 3.19, da NBR 12655 da ABNT).



- [2.29] **Ações** são as causas que provocam esforços ou deformações nas estruturas, isto é, produzem estados de tensão nas estruturas. Do ponto de vista prático, as forças e as deformações impostas pelas ações são consideradas como se fossem as próprias ações. As deformações impostas são por vezes designadas por ações indiretas (por resultados de efeitos térmicos, retração, protensão, recalques de apoio, entre outros) e as forças, por ações diretas. (Item 3.4, da NBR 8681:2004 da ABNT e FUSCO, 1976a, p. 144)
- [2.30] **Fôrmas** são “*estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante*” (item 3.1, da NBR 15696:2009 da ABNT).
- [2.31] Item 10.2.1, da NBR 14931:2004, c/c item 6.5, da NBR 15696:2009, ambos da ABNT.
- [2.32] **Cura do concreto** é o processo que “*envolve uma combinação de condições que promovem a hidratação do cimento, como tempo, temperatura e umidade, consideradas imediatamente depois do lançamento de uma mistura de concreto na fôrma*” (MEHTA e MONTEIRO, 2008, p. 61), ou seja, é o endurecimento do concreto que requer a presença de água e de temperatura favoráveis (BRASIL, 1997b).
- [2.33] Segundo o item 10.1, da NBR 14931:2004 da ABNT, “*Os agentes deletérios mais comuns ao concreto em seu início de vida são: mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento, agentes químicos, bem como choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuras na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.*”
- [2.34] **Elementos de superfície** são peças estruturais “*em que uma dimensão, usualmente chamada de espessura, é relativamente pequena em face das demais*” (item 14.4.2, da NBR 6118:2014 da ABNT)
- [2.35] Item 10.1, da NBR 14931:2004 da ABNT.
- [2.36] **Escoramentos** são “*estruturas provisórias com capacidade de resistir e transmitir às bases de apoio da estrutura do escoramento todas as ações provenientes das cargas permanentes e variáveis resultantes do lançamento do concreto fresco sobre as fôrmas horizontais e verticais, até que o concreto se torne autoportante*” (item 3.2, da NBR 15696:2009 da ABNT).
- [2.37] Item 10.2.1, da NBR 14931:2004 da ABNT.
- [2.38] Item 10.2.2, da NBR 14931:2004 da ABNT.
- [2.39] Item 5.17.12, da NBR 7678:1983 da ABNT.
- [2.40] Item 5.17.13, da NBR 7678:1983 da ABNT.
- [2.41] “*Quando as fôrmas não são estanques, a nata de cimento tende a escorrer pelas frestas, gerando acúmulo de brita na parte superior, ocasionando falhas no concreto*” (EGYDIO HERVÉ NETO *apud* NAKAMURA, 2021)
- [2.42] American Concrete Institute – ACI. Committee 201.2R. *Guide to Durable Concrete*. 2001.
- [2.43] Item 6.2.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.44] Item 6.2.3, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.45] Item 6.2, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.46] Alínea “i”, do item 5.6.1, da NBR 5671:1990 da ABNT.
- [2.47] Item 25.3, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.48] Item 6.4, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.49] **Relação água/cimento** é a relação, em massa, entre o conteúdo efetivo de água e o conteúdo de cimento Portland e outros materiais cimentícios (item 3.25, da NBR 12655:2022 da ABNT).
- [2.50] **Especificações de projeto** são documentos que estabelecem dados técnicos e requisitos para um projeto em particular, preparados para complementar e qualificar os requisitos das normas técnicas (item 3.7, da NBR 14931:2004 da ABNT).
- [2.51] Item 5.1.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.52] Alínea “h”, do item 4.3, da NBR 12655:2022 da ABNT.
- [2.53] A **execução das estruturas de concreto** envolve, entre outras atividades, as relacionadas ao sistema de fôrmas, às armaduras, à concretagem e à cura do concreto (item 3.2, da NBR 14931:2004 da ABNT).
- [2.54] **Falhas** são quaisquer tipos de irregularidades que possam impedir o normal funcionamento da estrutura. (ANDRADE e SILVA, 2005, p. 955)
- [2.55] O termo **patologia** “*é empregado na Engenharia Civil quando ocorre perda ou queda de desempenho de um produto ou componente da estrutura. Esse termo foi extraído da área da saúde e identifica o estudo das doenças, seus sintomas e natureza das modificações que elas provocam no organismo.*” (ANDRADE e SILVA, 2005, p. 954)



- [2.56] Item 9.5.1, da NBR 14931:2004 da ABNT.
- [2.57] Item 5.1.2.5, da NBR 12655:2022 da ABNT.
- [2.58] Itens 7.2.2.3 e 9.2.1, ambos da NBR 14931:2004 da ABNT.
- [2.59] A **pasta (nata) de cimento** corresponde à suspensão de cimento em água, que se segrega de um concreto (BRASIL, 1997b).
- [2.60] Itens 4.17 e 4.19, ambos da antiga NBR 10839:1989 da ABNT.
- [2.61] É bem verdade que a execução das estruturas de concreto dos viadutos já foi **concluída** até a data de expedição desse relato, porém, diz-se que “a obra ainda está em fase de execução”, pois ainda não houve o recebimento definitivo do empreendimento, vez que ainda há frentes de serviço a serem terminadas.
- [2.62] Item 6, da NBR 8681:2004, c/c item 12.5, da NBR 6118:2014, ambas da ABNT.
- [2.63] O objetivo da **análise estrutural** é determinar os efeitos das ações em uma estrutura, com a finalidade de efetuar verificações dos estados-limites últimos – ELU e de serviço – ELS. Desse modo, torna-se possível estabelecer as distribuições de esforços internos, tensões, deformações e deslocamentos, em uma parte ou em toda a estrutura (item 14.2.1, da NBR 6118:2014 da ABNT).
- [2.64] As **condições analíticas de segurança** “estabelecem que as resistências não podem ser menores que as solicitações e devem ser verificadas em relação a todos os estados-limites e todos os carregamentos especificados para o tipo de construção considerado” (item 12.5.2, da NBR 6118:2014 da ABNT).
- [2.65] **Reforço** é uma intervenção que objetiva incrementar a resistência ou a estabilidade dos sistemas estruturais, ou seja, é um aumento da capacidade portante (resistente) da estrutura (BOLINA, TUTIKIAN e HELENE, 2019, p. 51).
- [2.66] Item 15.2, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.67] **Estruturas hiperestáticas** são aquelas “cujas reações e forças internas [esforços solicitantes] não podem ser determinadas pelas equações da Estática” (LEET, UANG e GILBERT, 2010).
- [2.68] Item 5.1.1, da NBR 8681:2004 da ABNT.
- [2.69] Item 12.5.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.70] Item 12.4.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [2.71] Alínea “b”, do item 1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.
- [2.72] **Fissuração** corresponde simplificada à ruptura parcial do concreto sob ações mecânicas ou químicas (BRASIL, 1997b), ou seja, trata-se da abertura de fendas muito estreitas, geralmente de pequeno comprimento (ALBERNAZ e LIMA, 1998) no concreto.
- [2.73] Item 3.1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.
- [2.74] Item 4.6.1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.
- [2.75] **Prova de carga** é o “conjunto de atividades destinadas a analisar o desempenho de uma estrutura por meio de medição e controle de efeitos causadas pela aplicação de ações externas de intensidade e natureza previamente estabelecidas” (item 3.1, da NBR 9607:2019 da ABNT).
- [2.76] Item 7.1.2, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.
- [2.77] Item 3.40, da Orientação Técnica – OT - IBR 005/2012 do IBRAOP.
- [2.78] Inciso X, do art. 7º, da Lei Federal nº 9.610/1998.
- [2.79] Incisos IV e V, ambos do art. 24, c/c art. 27, todos da Lei Federal nº 9.610/1998.
- [2.80] Item 3.10, da NBR 11768-1:2019 da ABNT.
- [2.81] Item A.3, do Anexo A, da NBR 11768-1:2019 da ABNT.
- [2.82] In: *Effect of curing method and final moisture condition on compressive strength of concrete*. American Concrete Institute – ACI Journal, V. 83, nº 4, p. 650-657, 1986.
- [2.83] In: *Effect of moisture condition on concrete core strengths*. ACI Materiais Journal, V. 91, nº 3, p. 227-236, 1994.
- [2.84] In: *The effect of air drying before test: 28-day strength of concrete*. Constructional Review, p. 31-32, Sydney, 1958.
- [2.85] Item 9.3.1 e seguintes, da NBR 5738:2015 da ABNT.
- [2.86] In: *Influence of grinding or capping of concrete specimens on compressive strength test results*. TNO Rep. nº BI-76-71101.571.104, Netherlands Organization for Applied Scientific Research, Delft, 1976.
- [2.87] Item 9.3.2 e seguintes, da NBR 5738:2015 da ABNT.



- [2.88] Nota do item 6.2.1, da NBR 5739:2018 da ABNT.
- [2.89] Item 6.2, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.
- [2.90] Itens 5.6 e 5.7, ambos da NBR 5739:2018 da ABNT.
- [2.91] Item 8.6, da ASTM C 39 – 20.
- [2.92] Alínea “b”, do item 6.1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.
- [2.93] Alínea “c”, do item 5.1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.
- [2.94] In: *Contract strength requirements – cores versus in situ evaluation*. J. Amer. Concr. Inst., 74, nº 4, p. 163-72 (1977).
- [2.95] In: *Concrete core testing for strength*, Technical Report nº 11, 44 pp. (London, 1976).
- [2.96] In: *Should standard cube test specimens be replaced by test specimens taken from structures?* *Materials and Structures*, 1, nº 5, pp. 425-35 (Paris, Sept.-Oct. 1968).
- [2.97] In: *Evaluation of the long-term properties of concrete*, *ACI Materials Journal*, 88, nº 6, pp. 630-643 (1991).
- [2.98] In: *Cores, cubes and the specified strength of concrete*, *The Structural Engineer*, 52, nº 11, pp. 421-426 (1974).
- [2.99] In: *Discussion on paper by V. M. Malhotra: Contract strength requirements – core versus in situ evaluation*, J. Amer. Concr. Inst., 74, nº 10, pp. 523-525 (1977).
- [2.100] In: *One look at concrete compressive strength*, NRMCA Publ. nº 147, *National Ready Mixed Concrete Assoc.*, 11 pp. (Silver Spring, Maryland, Nov. 1974).
- [2.101] In: *Evaluation of core strength in high-strength concrete*, *Concrete International*, 13, nº 5, pp. 30-34 (1991).

Ponto de Auditoria 3.1.3

- [3.1] A **conferência de cálculos** é uma *técnica de auditoria* baseada na revisão das memórias de cálculos ou confirmação de valores por meio da análise de elementos numéricos correlacionados (inciso III, do art. 29, da Portaria nº 47/2017, da CGDF).
- [3.2] Item 3.44, da OT – IBR 005/2012, do IBRAOP.
- [3.3] Aplicação da analogia em relação ao item 3.41, da OT – IBR 005/2012, do IBRAOP.
- [3.4] O memorial de cálculo do projeto executivo readequado em fase de obra sob Protocolo SEI nº 94287093 foi fruto da Solicitação de Informação Nº 45/2022 – CGDF/SUBCI/COLES/DATOS (SEI nº 93473500).
- [3.5] **Pranchas** são o resultado da reunião de informações gráficas (desenhos) e textos produzidos em folha de desenho (item 3.20, da NBR 6492:2021). Por sua vez, **desenho** é a representação gráfica do objeto a ser executado, elaborada de modo a permitir sua visualização em escala adequada, demonstrando formas, dimensões, funcionamento e especificações, perfeitamente definida em planta baixa, cortes, elevações, esquemas e detalhes, obedecendo às normas técnicas pertinentes (item 5.1, da Orientação Técnica – OT – IBR 001/2006, do Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas – IBRAOP).
- [3.6] O **fuste** corresponde à superfície lateral (parte alongada), situada entre a ponta e o topo da estaca.
- [3.7] Item 8.3.3, da NBR 6118:2014, da ABNT.
- [3.8] Item 5.11.2, da OT – IBR 005/2012, do IBRAOP.

Ponto de Auditoria 3.1.4

- [4.1] **Elementos de concreto protendido** são aqueles nos quais parte das armaduras é previamente alongada por equipamentos especiais de protensão, com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos da estrutura, bem como propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado limite último (ELU) (item 3.1.4, da NBR 6118:2014 da ABNT).
- [4.2] As **bainhas** são revestimentos que garantem a estanqueidade das cordoalhas durante a concretagem da peça (item C.2.8, do Anexo C, da NBR 14931:2004 da ABNT).
- [4.3] **Cordoalhas de sete fios nuas** são constituídas por sete fios, sendo seis fios com o mesmo diâmetro nominal, encordoados juntos, em uma forma helicoidal, com passo uniforme, em torno do fio central (alma) (item 3.1, da NBR 7483:2021 da ABNT). Chamam-se “nuas”, pois referem-se à característica das superfícies das cordoalhas, em contraponto com as cordoalhas revestidas, que podem ser engraxadas e plastificadas ou enceradas e plastificadas.
- [4.4] A **categoria CP-190** refere-se ao limite de resistência à tração das cordoalhas igual a 190 kgf/mm^2 (1900 MPa).



[4.5] Ancoragem é o “dispositivo capaz de manter o cabo em estado de tensão, transmitindo a força de protensão ao concreto ou ao elemento estrutural” (item C.2.2, do Anexo C, da NBR 14931:2004 da ABNT).

[4.6] As **ancoragens “ativas”**, também denominadas **“móveis”**, “são as que permitem a aplicação da força de protensão”. Logo, elas devem estar situadas na periferia da peça, uma vez que demandam “espaço livre suficiente para as operações de protensão”. Em outras palavras, não deve “existir obstáculo que impeça a colocação e o acionamento dos macacos de protensão”. (FUSCO, 1995, p. 77)

[4.7] As **ancoragens “embutidas” (ou “internas”)** “são aquelas que se situam no interior de recessos da periferia da peça, os quais são usualmente designados por ‘nichos de ancoragem’”. Tal medida é adotada para que “as extremidades da armadura de protensão e as peças metálicas de suas ancoragens possam ser protegidas contra a corrosão”, haja vista que, “após a realização das operações de protensão, são cortadas as partes salientes das armaduras, as quais são necessárias para a fixação das mesmas aos macacos de protensão, obturando-se os nichos de ancoragem com argamassa de composição adequada”. (FUSCO, 1995, p. 78)

[4.8] ART nº 0720190081624, expedida no dia 4/12/2019 (SEI nº 38858382).

[4.9] “Na elaboração do orçamento, foi utilizada preferencialmente a tabela SINAPI-DF com data base SET/2020 e SICRO-DF, ABRIL/2020, incorporando-se às suas composições de custo unitário os custos de insumos constantes do SINAPI” (Seção 3 “Estimativa de Preço” do Termo de Referência nº 109 – SUPOP/SODF, SEI nº 51409913).

[4.10] Itens C.2.3 e C.2.5, ambos do Anexo C, da NBR 14931:2004 da ABNT.

[4.11] Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes. Volume 10: Manuais Técnicos, Conteúdo 07 - Obras de Arte Especiais. 1ª Edição - Brasília, 2017. Brasil, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. P. 45.

[4.12] Tabela A.1, do Anexo A, da NBR 7483:2021 da ABNT.

[4.13] “Serão desclassificadas as propostas que apresentarem preços unitários que ultrapassem o valor unitário da planilha estimativa da SODF”, consoante alínea “k”, do subitem 7.2, do Edital de Concorrência nº 011/2020 – DECOMP/DA/NOVACAP (SEI nº 52468724).

Ponto de Auditoria 3.1.5

[5.1] Ou concreto asfáltico usinado a quente – CAUQ, conforme nomenclatura mais utilizada nos tempos atuais.

[5.2] Contratuais, sem considerar o reequilíbrio econômico-financeiro firmado em decorrência do aumento dos preços dos materiais betuminosos (SEI nº 80363789, Processo SEI nº 00110-0000044/2022-70), bem como eventuais reajustes anuais de preços.

[5.3] Caderno de Pavimentação, T00 – TREVO EPIG – SUDOESTE – PARQUE DA CIDADE, de junho/2014, de autoria da empresa PRISMA - CONSULTORIA E ENGENHARIA LTDA., CNPJ nº 02.429.986/0001-45, líder do Consórcio TRANSOESTE, e fruto do Contrato nº 013/2013 - SO, celebrado entre a então Secretaria de Obras do Distrito Federal – SO e o referido consórcio.

[5.4] Muito embora tenha havido essa definição, o próprio Projeto de Pavimentação traz a possibilidade de ajuste desses resultados em função de estudos geotécnicos ou de disponibilidade de material.

[5.5] O Projeto de Pavimentação também traz a seguinte previsão: “Também devem ser levadas em conta, no que forem pertinentes, especificações elaboradas pela NOVACAP e considerações realizadas pela contratante e pelo fiscal de execução da obra” (SEI nº 38855315, p. 49/51).

[5.6] O “Eixo 5” é composto pelos trechos viários “01” e “01.1”, sendo o primeiro com uma extensão de 60,0 m e uma largura da plataforma de 8,0 m, e o segundo com uma extensão de 91,7 m e uma largura da plataforma de 11,5 m – trechos entre as estacas 4 e 7, e 7 e 11+11,70, respectivamente, conforme nota de serviço de terraplenagem (SEI nº 71503419, p. 2).

[5.7] O “Eixo 7” é composto pelos trechos viários “02” e “02.1”. O primeiro com uma extensão de 80,0 m e uma largura da plataforma de 8,0 m, e o segundo com uma extensão de 114,0 m e largura da plataforma de 11,5 m – trechos entre as estacas 3 e 7, e 7 e 13+14,00, respectivamente, conforme nota de serviço de terraplenagem (SEI nº 71503419, p. 1).

[5.8] $(2 \times 20 + 12,654) m - (1 \times 20) m = (52,654) m - (20) m = 32,7 m$

[5.9] Tendo em vista o número de amostras coletadas, que foi de apenas três, o coeficiente multiplicador (k) – que é tabelado pela DNIT 031/2006-ES, em seu item 7.4, em função do número de determinações – considerado foi de 1,55. Assim, a partir do valor médio de 5,85 cm, do desvio padrão aproximado de 0,97 cm e do coeficiente multiplicador de 1,55, tem-se um intervalo estatístico de espessura entre 4,35 e 7,35 cm.



[5.10] Valor médio de 5,85 cm, desvio padrão aproximado de 0,97 cm e coeficiente multiplicador de 1,21 (tabela DNIT 031/2006-ES, item 7.4, para 10 (dez) determinações).

Ponto de Auditoria 3.1.6

[6.1] Para fins de definição, a DMT corresponde à distância, em projeção horizontal, entre o centro de massa do local de origem e o centro de massa do local de destino, isto é, somente deve ser considerada a distância de transporte referente ao percurso de ida da origem ao destino do material.

[6.2] Além desse, também foram avaliados os volumes dos materiais importados para as camadas do pavimento (sub-base, base e revestimento), no entanto, por não ter sido identificada divergência em relação às distâncias médias de transporte consideradas nessas importações, optou-se por apresentar o superfaturamento no serviço de momento de transporte desses materiais em conjunto com os demais serviços correlatos de pavimentação, no Ponto de Auditoria 3.1.5.

[6.3] Endereço: Ae 14 Hospital Chac 1B - St. de Mansões IAPI (Guará II) AE 14 - Guará, Brasília - DF, 70297-400. (SEI nº 73132645, p. 2)

[6.4] Endereço: STN - Asa Norte, Brasília - DF, 70770-914.

[6.5] O local de destinação (bota-fora) considerado na medição foi o pátio da NOVACAP, a 4,0 km de distância média de transporte. No entanto, na apropriação do quantitativo do momento de transporte, considerou-se a DMT de 3,80 km, pois a composição de serviço “*ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M*”, Código 74154/1 modificado da tabela SINAPI, já considera o transporte até uma DMT de 0,2 km.

[6.6] Como a intenção aqui é apenas demonstrar a diferença decorrente do erro de cálculo no volume de material destinado ao bota-fora, adotou-se a mesma DMT considerada na medição contratual (DMT de 3,8 km).

[6.7] Como a intenção aqui é apenas demonstrar a diferença entre os métodos de compensação dos volumes de corte e de aterro, quais sejam, *i.* considerando o balanço total entre trechos e medições, e *ii.* considerando o balanço apenas por trecho, os volumes indicados de corte e de aterro são os originais das medições, sem qualquer ajuste oriundo de demais impropriedades apontadas nessa auditoria.

Ponto de Auditoria 3.1.7

[7.1] Caderno Técnico do Serviço - Instalações para canteiros de obras. Aferição: 12/2016. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI. P. 49.

Anexo I

[I.1] Releva destacar que o Processo nº 110.000.238/2014 foi convertido do suporte físico para eletrônico e inserido no SEI-GDF, mediante a autuação do Processo SEI nº 0110-000238/2014. Assim, ao compulsar o referido processo eletrônico, apesar de o Despacho 092/2014 – SUPROJ, de 9/6/2014 (fls. 853/855, do Processo nº 110.000.238/2014) indicar que os documentos técnicos do projeto executivo das OAE 08 e 09 encontram-se às fls. 253/462, notou-se que o Documento SEI nº 19144120 (que deveria conter a cópia eletrônica do projeto executivo da OAE 09) apenas replicou o projeto executivo da OAE 08.

[I.2] Apesar de à fl. 353, do Processo 110.000.238/2014, constar a discriminação de armadura “*PASSIVA*”, em verdade, trata-se de armadura “ativa” ou armadura “de protensão”.

Anexo II

[II.1] Item 3.1, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[II.2] Item 3.34, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[II.3] Item 3.32, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[II.4] Item 3.31, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[II.5] Item 3.35, da NBR 12655:2022 da ABNT.



- [II.6] Itens 3.2 e 3.3, ambos da NBR 12655:2022 da ABNT.
- [II.7] Item 3.7, da NBR 15696:2009 da ABNT.
- [II.8] Item 3.1.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [II.9] Item 3.1.2, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [II.10] Item 3.1.3, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [II.11] Item 3.1.4, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [II.12] **Armadura passiva** é qualquer armadura que não seja usada para produzir forças de protensão, isto é, que **não seja previamente alongada** (item 3.1.5, da NBR 6118:2014 da ABNT).
- [II.13] **Armadura ativa (de protensão)** é a armadura constituída por barras, fios isolados ou cordoalhas, destinada à produção de forças de protensão, ou seja, na qual se aplica um **pré-alongamento inicial** (item 3.1.6, da NBR 6118:2014 da ABNT).
- [II.14] **Barra** é um produto siderúrgico longo e retilíneo, cuja seção transversal maciça é constante (item 2.63, da NBR 6215:2011 da ABNT).
- [II.15] Item 4.1.1, da NBR 7480:2007 da ABNT.
- [II.16] Item 4.1.2, c/c Tabela B.3, ambos da NBR 7480:2007 da ABNT. Recorde-se que $1 \text{ kN/cm}^2 = 10 \text{ MPa}$.
- [II.17] A variação do estado de um corpo sob influência da intensidade das cargas (forças externas) atuantes dá lugar às chamadas “**Fases** ou **Estádios**” da Resistência dos Materiais, de maneira que, no estado sólido, o corpo pode possuir fases elásticas, fases plásticas ou outros estádios intermediários (ROCHA, 1947, p. 17). Simplificadamente então, **Estádios (Estádios de Cálculo)** “*podem ser definidos como os estágios de tensão pelo qual um elemento fletido passa, desde o carregamento inicial até a ruptura*” (BASTOS, 2019, p. 57).
- [II.18] Item 3.2.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.

Anexo III

- [III.1] **Produto** é o resultado da aplicação de materiais manipulados durante um processo (item 3.18, da Norma DNIT 011/2004 – PRO).
- [III.2] Item 3.19, da Norma DNIT 011/2004 – PRO.
- [III.3] Item 4.1, da NBR ISO/IEC 17000:2021 da ABNT.
- [III.4] Item 3.3, da Norma DNIT 011/2004 – PRO.
- [III.5] Item 5.1, da NBR ISO/IEC 17000:2021 da ABNT.
- [III.6] Segundo disposto no sítio do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA, o chamado **Sistema CONFEA/CREA** é o conjunto formado pelo CONFEA e pelos Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia – CREA atuando de forma associada e coesa em prol de um objetivo comum: zelar pela defesa da sociedade e do desenvolvimento sustentável do país, observados os princípios éticos profissionais. A intenção de se buscar essa unidade de ação é que tais órgãos fiscalizadores – que possuem, cada um, personalidade jurídica própria – trabalhem de forma sinérgica, de modo a potencializar suas entregas aos cidadãos. (Disponível em: <https://www.confea.org.br/sistema-profissional/o-sistema>. Acesso em: 30/9/2022)
- [III.7] Glossário, da Resolução nº 1.010/2005, do CONFEA.
- [III.8] **Indústria da construção civil** é o “*conjunto de atividades visando realização material e intencional do homem para adaptar a Natureza as suas necessidades através de obras de construção*” (item 2.1, da antiga NBR 8950:1985 da ABNT).
- [III.9] Itens 3.2 e 3.14, ambos da Norma DNIT 011/2004.
- [III.10] Item 3.22, da Norma DNIT 011/2004 – PRO.
- [III.11] Item 5.1.3, da Norma DNIT 011/2004 – PRO.
- [III.12] **Recebimento** é o ato de aprovação e aceitação parcial ou final de obras ou de serviços de engenharia, que é formalizado por meio de termo de recebimento emitido pelo proprietário ou pela Administração (itens 2.21 e 2.27, ambos da antiga NBR 5675:1980 da ABNT).
- [III.13] Itens 4 e 6.3, ambos da OT – IBR 002/2009, do IBRAOP.
- [III.14] Item 5.1.2, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [III.15] **Ruptura** “*é o fenômeno de desagregação da matéria sólida sob ação de solicitações mecânicas*” (FUSCO, 1976a, p. 127), ou seja, é o término de continuidade material provocada pela aplicação de um esforço em um corpo. Em maiores detalhes,



consiste em um processo pelo qual o sólido perde a capacidade de transmitir qualquer carga por se dividir em fragmentos individualizados, através de planos de fratura que resultam da aplicação de estados de tensão exteriores, que vencem a resistência do sólido ao tipo de sollicitação em causa. (BRASIL, 1997b)

[III.16] **Estabilidade** é a propriedade de um sistema estruturado de, quando sujeito a sollicitações, manter-se em *equilíbrio*, isto é, não se transformar em mecanismo (BRASIL, 1997b).

[III.17] **Vida útil** pode ser entendida como o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo executante (construtor), bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais (item 6.2.1, da NBR 6118:2014 da ABNT).

[III.18] **Resistência** é a aptidão da matéria de suportar tensões. Do ponto de vista prático, a medida dessa aptidão é considerada com a própria resistência. A resistência é determinada convencionalmente pela máxima tensão que pode ser aplicada a um corpo de prova do material considerado, até o aparecimento de fenômenos particulares de comportamento além dos quais há restrições de emprego do material em elementos estruturais. De modo geral estes fenômenos são os de *ruptura* ou de *deformação específica excessiva*. Para cada material particular, as Normas correspondentes devem especificar quais os fenômenos que permitem determinar as resistências. (item 5.2.1, da NBR 8681:2004 da ABNT)

[III.19] Item 5.2.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.

[III.20] Item 5.3.1, da NBR 14931:2004 da ABNT.

[III.21] Inúmeras pesquisas comprovam experimentalmente que a variabilidade das propriedades mecânicas dos materiais de construção segue **processos aleatórios (estocásticos)**, motivo pelo qual os métodos de introdução da Teria Geral da Segurança no projeto estrutural devem estar fundamentados em conceitos da **Teoria das Probabilidades** (HELENE e TERZIAN, 1992, p. 101), que é um ramo da *Matemática* que lida com a *incerteza* (FUSCO, 1976b, p. 55).

[III.22] **Trabalhabilidade** (*workability* ou *placeability*) é a energia necessária para manipular o concreto fresco sem perda considerável da homogeneidade (ASTM C 125-93). Dito de outra forma, é a facilidade e homogeneidade com que o concreto fresco pode ser manipulado desde a mistura até o acabamento (ACI 116R-90).

[III.23] **Durabilidade** (*durability*) é a capacidade do concreto de resistir às intempéries, ao ataque químico, à abrasão e outras condições de serviço (ACI 116R-90), ou seja, a “*capacidade de resistir às agressões provenientes do meio externo*” (FUSCO, 2008, p. 41).

[III.24] **Resistência** (*strength*) é um termo genérico para a capacidade de um material suportar tensões ou rupturas induzidas por forças externas sem perder a sua integridade (BRASIL, 1997 e ACI 116R-90), isto é, sem se romper (MEHTA e MONTEIRO, 2008, p. 49).

[III.25] **Homogeneidade** é a propriedade de um corpo possuir as mesmas características em todos os seus pontos (ABCP, 1967, p. 45)

[III.26] A ideia de **deformação** de um corpo está associada à “*alteração de sua geometria, isto é, à variação das distâncias entre pontos do corpo*” (PORTELA e SILVA, 2006, p. 52).

[III.27] Como “*o concreto é um material essencialmente poroso e sua durabilidade pode ficar comprometida por essa porosidade*” (FUSCO, 2008, p. 36), pode ser que o projeto estabeleça como requisito a sua **impermeabilidade**, que é a capacidade de impedir ou de não se deixar atravessar por fluidos (BRASIL, 1997b).

[III.28] A **agressividade do meio ambiente** está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento estrutural (item 6.4, da NBR 6118:2014 da ABNT).

[III.29] **Heterogeneidade** é a propriedade de um corpo não possuir *homogeneidade*[III.25].

[III.30] **Concretagem** é a operação de mistura, transporte, lançamento e adensamento do concreto (BRASIL, 1997b).

[III.31] Item 3.2, da NBR 14931:2004 da ABNT.

[III.32] **Lote de concreto** é o volume definido de concreto, elaborado e aplicado sob condições consideradas uniformes (mesma classe, mesma família, mesmos procedimentos e mesmo equipamento) (item 3.38, da NBR 12655:2022 da ABNT).

[III.33] Item 3.1, da NBR 8681:2004 da ABNT.

[III.34] Item 2.1, da antiga NBR 6118:1980 da ABNT.

[III.35] **Hipostaticidade** é quando a estrutura não pode permanecer em equilíbrio a não ser sob a ação de determinadas sollicitações, mas sempre em equilíbrio instável (ABCP, 1967, p. 37). Nesse caso, a estrutura é denominada **hipostática**.



[III.36] **Flambagem** é o fenômeno que se verifica em uma estrutura ou em um de seus elementos, quando sua forma que era de equilíbrio *estável* passa a ser de equilíbrio *instável* (ABCP, 1967, p. 43), ou seja, é um tipo de instabilidade por deformação.

[III.37] Item 3.2, da NBR 8681:2004 da ABNT.

[III.38] Item 3.2.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.

[III.39] Item 3.3, da NBR 8681:2004 da ABNT.

[III.40] Item 3.2.2 a 3.2.8, todos da NBR 6118:2014 da ABNT.

[III.41] **Betoneira** é a máquina provida de um recipiente giratório para mistura dos materiais que compõem o concreto e mantém sua homogeneidade por simples agitação, que pode ser acoplada em veículo denominado de **caminhão-betoneira** (BRASIL, 1997b e item 3.15, da NBR 12655:2022 da ABNT).

[III.42] Os **valores característicos das resistências** “*são os que, em um lote de material, têm uma determinada probabilidade de serem ultrapassados, no sentido desfavorável para a segurança*” (item 12.2, da NBR 6118:2014, c/c item 5.2.2.2, da NBR 8681:2004, ambas da ABNT, grifo nosso).

[III.43] Item 12.3.3, da NBR 6118:2014 da ABNT.

[III.44] A concretagem de cada elemento estrutural deve ser realizada de acordo com um **plano de concretagem** previamente estabelecido. Quando bem elaborado, esse plano deve assegurar o fornecimento da quantidade adequada de concreto com as características necessárias à estrutura. (Item 9.3.1, da NBR 14931:2004 da ABNT)

[III.45] Item 3.38, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[III.46] Segundo Fusco (1976b, p. 161), um processo aleatório será dito **estacionário** quando as médias $\bar{\varphi}_k$ e $\bar{\psi}_k$ de todas as funções φ e ψ que caracterizam a aleatoriedade do mesmo, forem invariantes em relação a variáveis que são parâmetros do processo.

[III.47] **Granulometria**, neste caso, refere-se à determinação das quantidades dos diferentes tamanhos dos agregados que compõem o concreto.

[III.48] **Amostra de concreto** é o volume de concreto retirado do lote com o objetivo de fornecer informações, mediante realização de ensaios, sobre a conformidade desse lote, para fins de recebimento e aceitação (item 12655:2022 da ABNT).

[III.49] Item 3.40, da NBR 12655:2022 da ABNT

[III.50] Item 4.4, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[III.51] Item 3.41, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[III.52] Item 3.42, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[III.53] Item 6.2.4, da NBR 12655:2022 da ABNT.

[III.54] ESPANHA. *Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Comisión Permanente de Hormigón. Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado*; EH 88. Madrid, 1988.

[III.55] Item 7, da NBR 12655:2022 da ABNT

[III.56] Item 3.2, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.

[III.57] Item 4.2.1.1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.

[III.58] Item 2.1, da NBR 7584:2012 da ABNT.

[III.59] Item A.1 do Anexo A, da NBR 7584:2012 da ABNT.

[III.60] O **ensaio ultrassônico** é normatizado pela NBR 8802 da ABNT, que trata da determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica no concreto endurecido.

[III.61] Item 4.2.5, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.

[III.62] Item 5.1, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.

[III.63] Item 7.1.2, da NBR 7680-1:2015 da ABNT.

Anexo IV

[IV.1] **Fundação profunda** é o elemento de fundação que transmite a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, sendo sua ponta ou base apoiada em uma profundidade superior a oito vezes a sua menor dimensão em planta e no mínimo 3,0 m, quando não for atingido o limite de oito vezes. a denominação é justificada. Neste tipo de fundação incluem-se as *estacas* e os *tubulões*. (Item 3.27. da NBR 6122:2022)



- [IV.2] Item 3.11, da NBR 6122:2022 da ABNT.
- [IV.3] Item 3.12, da NBR 6122:2022 da ABNT.
- [IV.4] Item 3.14, da NBR 6122:2022 da ABNT.
- [IV.5] Item J.2, da NBR 6122:2022 da ABNT.
- [IV.6] Item 14.2.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [IV.7] Item 8.4.2, da NBR 6122:2022 da ABNT.
- [IV.8] Item 3.29, da NBR 6122:2022 da ABNT.
- [IV.9] Item 14.2.2, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [IV.10] Item 8.4.3, da NBR 7187:2021 da ABNT.
- [IV.11] Nesse caso, recalque equivale ao desnivelamento (“afundamento”) gradual da viga à medida que o solo sob se deforma (“comprime”) devido ao carregamento atuante.

Anexo V

- [V.1] **Armadura** é o conjunto de elementos de aço integrante de uma estrutura de concreto armado ou protendido (BRASIL, 1997b).
- [V.2] **Esforços solicitantes** são as solicitações efetivamente presentes (na hipótese mais desfavorável) em uma dada seção transversal de um elemento estrutural ou, ainda, no próprio elemento estrutural (BRASIL, 1997b). Também denominados de **forças internas “resultantes”**, como o próprio nome sugere, são representações das tensões internas aplicadas no baricentro da respectiva área do diagrama de tensões. A saber, **tensões** são as forças internas no corpo distribuídas por todo o seu volume e existem apenas quando o corpo está sendo solicitado por alguma força (carga) externa (ARGENTA, 2012, p. 4).
- [V.3] As forças aplicadas às estruturas são também denominadas ações solicitantes externas ativas, cargas externas, carregamentos ou simplesmente **“cargas”** (ALMEIDA, 2009, p. 17).
- [V.4] **Funções** “são ferramentas que descrevem o mundo real em termos matemáticos. Uma função pode ser representada por uma equação, um gráfico, uma tabela numérica ou uma descrição verbal.” (Thomas, Weir & Hass, 2012, p. 1)
- [V.5] Item 5.4.1, da NBR 7187:2021 da ABNT.
- [V.6] Item 5.4.3, da NBR 7187:2021 da ABNT.
- [V.7] “A ideia básica subjacente ao Método dos Elementos Finitos, frequentemente designado por MEF, é a modelação de um problema genérico que envolve **meios contínuos**, através da análise de **partes discretas** desses meios, para os quais é possível conhecer ou obter uma descrição matemática do seu comportamento. A este processo de análise estruturada das partes em detrimento do todo dá-se o nome de **discretização**. Cada elemento discreto – o elemento finito – e as leis matemáticas que regem o seu comportamento contribuem para o conhecimento e a análise do problema global.” (TEIXEIRA-DIAS *et. al.*, 2010, p. 3, grifo nosso)
- [V.8] Item 8.3.2, da NBR 7187:2021 da ABNT.
- [V.9] As adaptações procedidas na Figura V.6 foram somente em termos de notação, para uniformizar com a simbologia adotada neste relato. Desse modo, o momento fletor longitudinal M_2 passou a ser M_1 e o momento fletor transversal M_3 passou a ser M_2 .
- [V.10] Uma **ação característica** é, por definição, aquela que apresenta uma probabilidade aceita, a princípio, de não ser ultrapassada (desfavoravelmente) durante todo o período de utilização da estrutura. Por convenção, estabeleceu-se tal probabilidade em 95% (SANTOS, 1983, p. 103).
- [V.11] **Cargas permanentes** são aquelas que “ocorrem com valores constantes ou de pequena variação em torno de sua média, durante praticamente toda a vida da construção” (item 3.5, da NBR 8681:2004 da ABNT).
- [V.12] **Carga móvel** (também denominada **trem-tipo**) representa a carga decorrente de uma combinação de veículos que podem percorrer a estrutura analisada (ALMEIDA, 2009, p. 160).
- [V.13] As direções longitudinal e transversal dos estacões correspondem, respectivamente, à direção do eixo longitudinal e à direção transversal das OAE 08 e 09.
- [V.14] Os veículos fazem atuar, nas pontes e nos viadutos, esforços horizontais longitudinais devidos à **frenagem e aceleração** (PFEIL, 1983, p. 137).
- [V.15] As **variações de temperatura** produzem deformações internas nas estruturas, que podem gerar solicitações internas quando houver resistência a essas deformações (PFEIL, 1983, p. 136).



[V.16] A **retração do concreto** produz um encurtamento das peças (PFEIL, 1983, p. 137). A saber, “*O fenômeno da retração está associado a deformações em pastas de cimento, argamassas e concretos, sem que haja qualquer tipo de carregamento. De uma forma geral, a principal causa da retração é a perda de água da pasta de cimento.*” (HASPARYK et al., 2005, p. 655).

[V.17] **Empuxo de terra (solo)** é a ação (“pressão”) produzida pelo maciço terroso sobre as obras com ele em contato (item 3.2, da NBR 9061:1985 da ABNT).

[V.18] Item 8.5.6, da NBR 6122:2022 da ABNT.

[V.19] Item 8.5.6.1, da NBR 6122:2019 da ABNT.

[V.20] O **princípio da superposição** determina que “*Se uma estrutura se comporta de maneira linearmente elástica, a força ou o deslocamento em um ponto específico produzido por um conjunto de cargas atuando simultaneamente pode ser avaliado pela soma (superposição) das forças ou deslocamentos no ponto específico, produzidos por cada carga do conjunto atuando individualmente.*” Dito de outra forma, “*a resposta de uma estrutura elástica linear é a mesma se todas as cargas são aplicadas simultaneamente ou se os efeitos das cargas individuais são combinados.*” (LEET, UANG e GILBERT, 2010, p. 198)

[V.21] Item 8.6.3, da NBR 6122:2022 da ABNT.

[V.22] **Tensões** são as forças internas no corpo distribuídas por todo o seu volume e existem apenas quando o corpo está sendo solicitado por alguma força (carga) externa (ARGENTA, 2012, p. 4).

[V.23] Item 3.8, da NBR 6122:2022 da ABNT.

[V.24] O **efeito de confinamento** “*resulta do constrangimento da livre deformação de uma parte ou do todo de um sólido material, causado por restrições internas ou externas.*” Além disso, “*manifesta-se em quase todas as aplicações do concreto, uma vez que ele está diretamente relacionado às solicitações multiaxiais*” (estado múltiplo de tensões). São exemplos de sua ocorrência: “*ensaios de corpos-de-prova à compressão, pilares, região comprimida de vigas, blocos parcialmente carregados, ancoragem de barras de aço, armadura de costura, armadura de fretagem, e muitas outras situações.*” (HANAI, 2005)

[V.25] **Flambagem**, nesse caso, é o efeito instabilizante do esforço normal quando atua em elemento comprido e esbelto, geralmente não precedido de sinais de aviso (ruptura brusca) (BRASIL, 1997b). Ou seja, em se tratando de estacas, corresponde ao “*fenômeno de instabilidade de equilíbrio que pode causar a ruptura de uma fundação comprimida, antes mesmo que ela entre em rutura por compressão*” (BERBERIAN, 2015).

[V.26] A antiga NBR 6122:1996 da ABNT, foi cancelada em 19/9/2010, vindo a ser substituída pela NBR 6122:2010.

[V.27] A **carga admissível** de uma estaca é a máxima carga que, aplicada sobre a estaca isolada, atende, com fatores de segurança predeterminados, aos estados limites últimos – ELU (ruptura) e de serviço – ELS (recalques, vibrações).

[V.28] Nos dizeres de Fusco (1995, p. 41), as peças de concreto estrutural submetidas a cargas de intensidade crescente, quando são superados determinados níveis de esforços solicitantes, sofrem um processo de fissuração. Enquanto as solicitações não ultrapassam esses limites de fissuração, o concreto mantém a sua integridade, permanecendo no **Estádio I**. Entretanto, quando se dá a ocorrência da *primeira fissura*, o elemento passa para o **Estádio II** e a sua integridade requer a *presença de armaduras de aço*, porquanto elas é que absorverão os esforços de tração que não mais podem ser resistidos pelo concreto já fissurado.

[V.29] Segundo Fusco (1976a, p. 128), “*consideram-se como frágeis os materiais que se rompem com deformações específicas relativamente pequenas*”, como é o caso do concreto.

[V.30] Tabela 4, do item 8.6.3, da NBR 6122:2022 da ABNT.

[V.31] Tabela B.3, do Anexo B, da NBR 7480:2022 da ABNT.

[V.32] Tabela 4, do item 8.6.3, da NBR 6122:2022 da ABNT.

[V.33] **Cobrimento**, neste caso, é a camada de concreto entre a armadura e o solo, medida a partir da geratriz da armadura mais próxima do solo.

[V.34] **Bitola (Φ)** “*é um número correspondente ao valor arredondado, em milímetros, do diâmetro da seção transversal nominal do fio ou da barra*” (FUSCO, 1995, p. 3).

[V.35] As **armaduras transversais** possuem finalidade construtiva ou são destinadas a absorver esforços de tração decorrentes dos estados múltiplos de tensão. Usualmente estão dispostas no plano da seção transversal da peça (*estribos*) ou são colocadas segundo a direção das tensões principais de tração (*cavaletes* ou *estribos inclinados*). Assim, são absorvidos, por exemplo, os esforços de tração existentes em peças submetidas à *força cortante* ou à *torção* (FUSCO, 1976a, p. 10).

[V.36] As **armaduras longitudinais** têm por finalidade resistir aos esforços que solicitam as fibras longitudinais das peças, isto é, os esforços que agem nas seções transversais dessas peças (FUSCO, 1976a, p. 10), usualmente forças normais e momentos fletores (FUSCO e ONISHI, 2017, p. 19). Frequentemente são denominadas de *armaduras de tração* ou *armaduras de flexão* (FUSCO, 1995, p. 57).



[V.37] Tabela 4, do item 8.6.3, da NBR 6122:2022 da ABNT.

[V.38] Consulta realizada em: <https://www.abntcatalogo.com.br/default.aspx>.

[V.39] Item 8.6.3, da antiga NBR 6122:2010 da ABNT.

[V.40] O **efeito Rüs**ch deve-se a pesquisas de lavra do Professor Hubert Rüs

ch, da Universidade de Munique, na Alemanha, realizadas na década de 1950 a 1960 (THOMAZ). Segundo as pesquisas, existe uma diminuição da resistência do concreto com o aumento do tempo na aplicação da carga. Por isso, para levar em conta esse efeito, as normas acrescentaram o fator redutor de 0,85 na tensão máxima que pode ser aplicada no concreto. Desse modo, o fator 0,85 funciona como um fator corretivo, dado que a resistência de cálculo é determinada por meio de ensaios de corpos de prova cilíndricos em ensaios de compressão que têm a duração em torno de 2 a 4 minutos, enquanto que nas estruturas de concreto o carregamento é aplicado durante toda a vida útil da estrutura, ou seja, durante muitos anos (BASTOS, 2019, p. 25).

[V.41] Tabela 4, do item 8.6.3, da antiga NBR 6122:2010 da ABNT.

[V.42] Item 8.6.4.2, tanto da antiga NBR 6122:2019, quanto da atual NBR 6122:2022, ambas da ABNT.

Brasília, 26/03/2024

Diretoria de Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia-DATOS



Documento assinado eletronicamente pela **Controladoria Geral do Distrito Federal**, em 26 /03/2024, conforme art. 5º do Decreto Nº 39.149, de 26 de junho de 2018, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal Nº 121, quarta-feira, 27 de junho de 2018.



Para validar a autenticidade, acesse o endereço <https://saeweb.cg.df.gov.br/validacao> e informe o código de controle **E0EC605E.669FD0DC.A42DE665.6396EF5F**