



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

RELATÓRIO DE AUDITORIA
Nº 2/2023 - DATOS/COLES/SUBCI/CGDF

Unidade: Companhia Urbanizadora da Nova Capital e Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal
Processo nº: 00480-00002468/2023-60
Assunto: Auditoria nas obras de reformulação do sistema viário na ESPM
Ordem de Serviço: 124/2021-SUBCI/CGDF de 20/09/2021
169/2021-SUBCI/CGDF de 21/12/2021
Nº SAEWEB: 0000022002

1. INTRODUÇÃO

A auditoria foi realizada no(a) Companhia Urbanizadora da Nova Capital e Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal, durante o período de 11/10/2021 a 14/01/2022, com o objetivo de avaliar os atos e fatos relacionados às obras de reformulação do sistema viário na Estrada do Setor Policial Militar - ESPM, no trecho entre a interseção EPIG/ESPM e o viaduto W3 Sul, para implantação de corredor exclusivo de transporte público coletivo no sistema BRT (*Bus Rapid Transit*).

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

Processo	Credor	Objeto	Termos
00110-00002168/2020-28	CONSÓRCIO G5 ESPM (43.619.133/0001-53)	Obras de reformulação do sistema viário na ESPM, no trecho entre a interseção EPIG/ESPM e o viaduto W3 Sul, para implantação de corredor exclusivo de transporte público coletivo no sistema BRT, denominado Corredor Eixo Oeste, contemplando adequações na via existente, pavimentação, drenagem, sinalização, paisagismo, calçadas, ciclovias e execução de Bacia de Detenção	Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839) Valor Total: R\$ 47.972.546,24



Sumariamente, o relato está estruturado da seguinte maneira:

1. INTRODUÇÃO (p. 1/10);
2. QUESTÕES E RESPOSTAS (p. 11);
3. RESULTADOS (p. 11/122);
 - 3.1.1. Sobrepreço por preço unitário nos itens de serviço de escoramento de valas e de fornecimento de aduelas de concreto pré-moldadas, com consumação do superfaturamento alertado pela equipe de auditoria (p. 11/83);
 - 3.2.1. Desatualização de projetos-tipo da NOVACAP referentes a aduelas de concreto armado (p. 84/122).
4. CONCLUSÃO (p. 123);
5. ANEXOS (p. 124/178);
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (p. 179/180); e
7. NOTAS DE FIM (p. 181/187).

Síntese dos achados de auditoria e encaminhamento dos resultados às Unidades Auditadas

Foram detectadas duas falhas: uma de natureza **grave** e outra de natureza **média**.

A falha grave está descrita no Ponto de Auditoria 3.1.1 “*SOBREPREGO POR PREÇO UNITÁRIO NOS ITENS DE SERVIÇO DE ESCORAMENTO DE VALAS E DE FORNECIMENTO DE ADUELAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS, COM CONSUMAÇÃO DO SUPERFATURAMENTO ALERTADO PELA EQUIPE DE AUDITORIA*”, no qual será evidenciado um sobrepreço por preço unitário de R\$ 2.162.331,57, sendo R\$ 1.226.929,20 decorrente de itens de serviço de escoramento de valas para assentamento de redes de drenagem e R\$ 935.402,37 de itens de fornecimento de aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas.

Em relação aos itens de serviço de escoramento, alertou-se à Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal – SODF, em sede de relatório preliminar, a existência de um potencial superfaturamento de R\$ 287.392,77 caso a totalidade prevista dos serviços fosse executada nos moldes do orçamento base. Ocorre que, mediante inspeção *in loco*, verificou-se que a Administração não apenas desconsiderou o alerta, como permitiu que o potencial superfaturamento aumentasse para R\$ 503.041,54, em decorrência da utilização de



materiais em não conformidade tanto em relação às normas da ABNT, quanto ao próprio projeto elaborado e entregue pelo executante. Como consequência, constatou-se que até a 19ª medição já houve a consumação de dano ao erário no valor de R\$ 115.374,13 referente a esse serviço.

Já a falha média está consignada no Ponto de Auditoria 3.2.1 “*DESATUALIZAÇÃO DE PROJETOS-TIPO DA NOVACAP REFERENTES A ADUELAS DE CONCRETO ARMADO*”, em que se constatou que os projetos-tipo de aduelas de concreto armado elaborados pela Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil – NOVACAP estão desatualizados, tendo sido elaborados há mais de 40 anos e alguns revisados pela última vez há mais de 30 anos, prevendo soluções amparadas em estudos defasados em relação aos critérios técnicos atuais da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

No dia 06.04.2022, foi encaminhado o Informativo de Ação de Controle – IAC nº 1/2022 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 82581114), que corresponde ao documento aprovado pelo Subcontrolador de Controle Interno, desta Controladoria-Geral do Distrito Federal – CGDF, com vistas a dar conhecimento aos Gestores da SODF e da NOVACAP 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 dar condições às Unidades Auditadas de se manifestarem quanto à procedência dos registros consignados no item “3. *RESULTADOS DOS EXAMES*”, mais especificamente em relação aos campos “*Fato*” e “*Causa*”, bem como quanto à viabilidade de atendimento das recomendações propostas nos subitens 3.1.1 e 3.2.1 antes da emissão do relato final da ação de controle, conforme inciso V, do “caput”, do art. 33, da Portaria nº 47/2017 – CGDF. Para tanto, foi estabelecido prazo para manifestação quanto às constatações do IAC, em atendimento ao § 2º, do art. 34, da Portaria nº 47/2017 – CGDF.

Logo, frisa-se que, nos Pontos de Auditoria 3.1.1 e 3.2.1, há um tópico específico acerca da “Manifestação das Unidades Auditadas”, em que será dada transparência apenas às declarações de agentes públicos da SODF e às manifestações de intervenientes particulares, vez que a NOVACAP permaneceu inerte sem qualquer pronunciamento.

Licitação e contratação

A licitação realizada para contratação da obra pública foi do tipo menor preço e foi conduzida pela NOVACAP, nos termos do Edital de Concorrência nº 016/2020 – DECOMP/DA[1] (SEI nº 50280062), sob regime de empreitada por preço unitário, ao preço global estimado de **R\$ 58.090.895,29**, tendo sido homologada em 12.08.2021 pela Diretoria Executiva (SEI nº 67473505).



Posteriormente, no dia 01.10.2021, no âmbito da SODF, houve a celebração do Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839), ao valor global de **R\$ 47.972.546,24** (desconto de 17,42%), com o CONSÓRCIO G5 ESPM (CNPJ nº 43.619.133/0001-53), formado pelas seguintes empresas:

1. CONSTRUTORA ARTEC S/A (CNPJ nº 00.086.165/0001-28);
2. EB INFRA CONSTRUÇÕES LTDA (CNPJ nº 08.448.846/0001-09);
3. CENTRAL ENGENHARIA E CONSTRUTORA LTDA (CNPJ nº 03.186.991/0001-37);
4. CONSTRUTEQ CONSTRUÇÕES TERRAPLENAGEM E COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS EIRELI – EPP (CNPJ nº 37.991.338/0001-62); e
5. GW CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES LTDA (CNPJ nº 00.528.786/0001-14).

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 25.06.2013, foi pactuado o Contrato de Financiamento nº 0394.629-04/13 (SEI nº 47151006), celebrado entre a Caixa Econômica Federal – CAIXA e o Distrito Federal, cujo objeto fora uma operação de crédito ao valor de **R\$ 517.477.350,00**, sob a forma de financiamento concedido pela CAIXA, lastreado em recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço – FGTS, no âmbito do Programa Pró-Transporte, destinado à Implantação de Sistema de Transporte de Passageiros, denominado Eixo Oeste. Tanto é que no empenho inicial de R\$ 20.434.215,79 a favor do executante[2] – Nota de Empenho 2021NE00676, de 24.09.2021 (SEI nº 70666519) –, utilizou-se integralmente da supracitada fonte de financiamento.

Detalhes do objeto da auditoria

Como informado, o objeto da presente auditoria está relacionado às obras de reformulação do sistema viário na ESPM. Em maiores detalhes, consoante especificado no Termo de Referência – SODF/SUPOP, assinado em 28.09.2020 (SEI nº 47946957) – denominado na “*Lista de Protocolos*” do SEI como “*Termo de Referência 94*”, doravante TR-SODF/94, o referido objeto contempla adequações na via existente, pavimentação, drenagem, sinalização, paisagismo, calçadas, ciclovias e execução de bacia de retenção[3], sendo esta localizada na Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE Santuário de Vida Silvestre Riacho Fundo Área III, às margens da DF-051, Estrada Parque das Nações – Via L4.

Nota-se assim que o objeto contém diversas tipologias de obras e serviços. Para se ter ideia de valores, o orçamento base da licitação agrupou resumidamente os preços estimados da seguinte forma:



Tabela 1 – Tabela resumo de preço.

Item	Descrição	Preço Total Estimado
1	IMPLANTAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA	R\$ 492.600,19
2	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	R\$ 53.059,16
3	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	R\$ 3.333.158,99
4	PAVIMENTAÇÃO E TERRAPLENAGEM	R\$ 8.471.592,37
5	DRENAGEM	R\$ 31.839.095,06
6	BACIA DE DETENÇÃO	R\$ 9.910.857,71
7	OBRAS COMPLEMENTARES - Sinalização Viária - Paisagismo - Fornecimento e Plantio de Árvores e Gramas - Manutenção de Áreas Plantadas - Mobiliário Urbano (Lixeiras) - Calçadas e Rampas - Piso Tátil - Ciclovia de Concreto	R\$ 3.990.531,81
TOTAL GERAL (SEM DESONERAÇÃO)		R\$ 58.090.895,29

Fonte: Orçamento base da licitação (SEI nº 52939364, p. 2).

Repare-se da Tabela 1 que, apesar de a obra estar inicialmente vinculada à reformulação do sistema viário para implantação de corredor exclusivo de transporte público coletivo no sistema BRT (uma obra essencialmente viária), do ponto de vista financeiro, os itens 5 “DRENAGEM” e 6 “BACIA DE DETENÇÃO”, que juntos correspondem a quase 72% do valor global do objeto licitado, fazem com que a obra seja **majoritariamente hidráulica** e, mais precisamente, de **drenagem de águas pluviais urbanas**.

Nesse sentido, impende destacar que, segundo informações do “*Volume 1/2 – Relatório de Projeto*”, do “*Projeto Drenagem Pluvial e OAC VERSÃO FINAL*”, de 06.2015 (SEI nº 45376247) – doravante Relatório de Drenagem –, por questões técnico-econômicas, houve a unificação de três grandes grupos de rede em um só sistema de drenagem, possibilitando haver apenas uma única bacia de retenção e um único lançamento final.

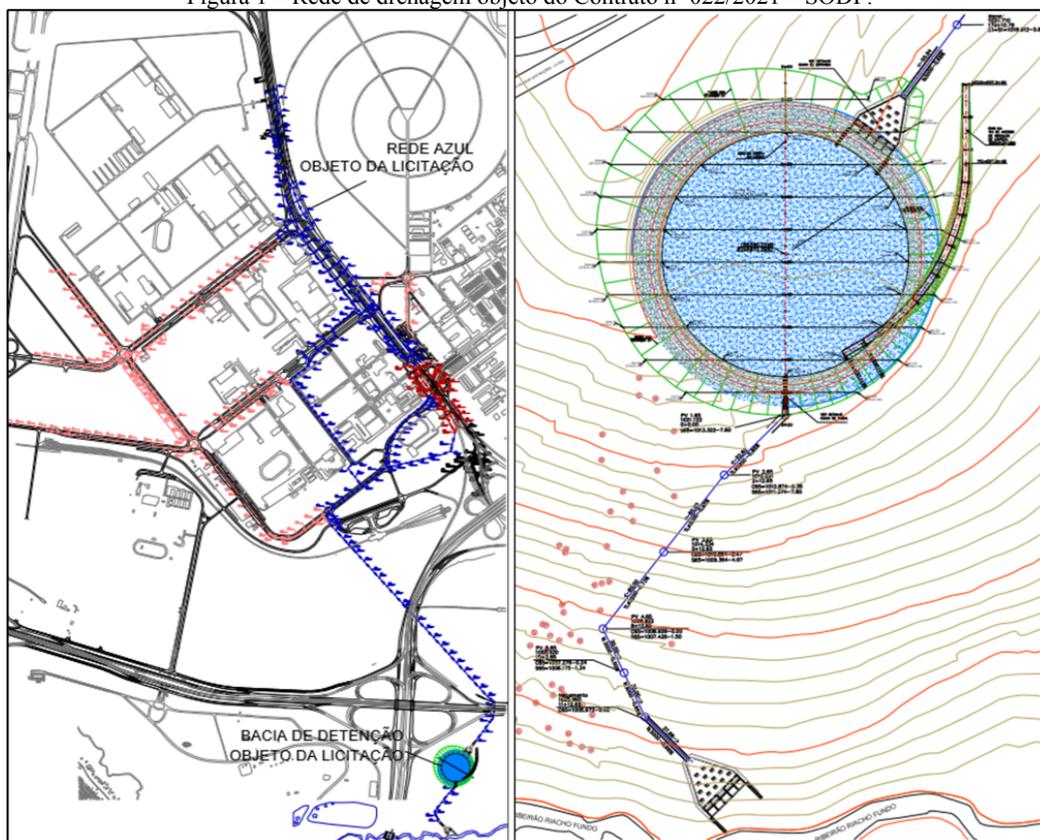
A saber, houve a conjugação do Trecho T15 (complementação do sistema viário da ESPM com o Terminal Asa Sul – TAS), do Trecho T16 (complementação do sistema viário do Setor de Múltiplas Atividades Sul – SMAS e Setor Hípica) e da rede de drenagem da própria ESPM. Com isso, o sistema de drenagem projetado resultou em um total de 64 (sessenta e quatro) redes.

De acordo com o Relatório de Drenagem, embora tenha havido a união dos três grandes grupos de rede em um só sistema de drenagem, eles podem ser executados de forma

independente, sendo comuns apenas a bacia de detenção e o lançamento final. Em vista disso, de acordo com o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957, p. 7), “As redes completas de drenagem a serem executadas, incluídas no objeto da licitação, consistem nas redes 15 a 19, 28 a 37, 39 a 42, 45 e 46, 59 a 65, já as redes parciais a serem executadas consistem nas redes 1, 6 e 38.” Ou seja, nem todo o sistema de drenagem projetado é objeto do certame.

A fim de identificação visual dos trechos de rede[4] que fazem parte do objeto do Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839), eles estão destacados em azul na Figura 1a. Por sua vez, algumas das características em torno do dimensionamento hidráulico podem ser consultadas no Anexo III. E, por fim, a Figura 1b, ilustra a bacia de detenção e o emissário com lançamento final no Ribeirão Riacho Fundo.

Figura 1 – Rede de drenagem objeto do Contrato nº 022/2021 – SODF.



(a) Rede de drenagem.

(b) Lançamento.

Fonte: TR-SODF/94 (SEI nº 47946957, p. 7).



Critérios de auditoria

Do ponto de vista técnico, serão adotadas como critérios de auditoria as normas prescritas pela ABNT, pela NOVACAP e pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, bem como as boas práticas da engenharia descritas na 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, de 1993, c/c inciso VIII, do *caput*, do art. 39, da Lei Federal nº 8.078, de 1990.

Não bastassem esses comandos legais, os instrumentos licitatórios e contratual preveem expressamente a observância das normas da ABNT, bem como das normas da NOVACAP e do DNIT, conforme demonstrado na sequência.

O preâmbulo do Edital de Concorrência nº 016/2020 – DECOMP/DA, de 09.11.2020 (SEI nº 50280062), dispõe que a “*execução das Obras de Reformulação do Sistema Viário na Estrada do Setor Policial Militar – ESPM*” deve se dar “*conforme normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, DNIT, NOVACAP*”.

Previsão essa que fora corroborada, em relação às normas da ABNT, com a assinatura do Contrato nº 022/2021 – SODF, em 01.10.2021 (SEI nº 71162839), segundo o qual:

CLÁUSULA QUARTA – Da Forma e Regime de Execução

O Contrato será executado [...] segundo o disposto nos Arts. 6º e 10, da Lei nº. 8.666 /93, **em conformidade** com o Edital, Projetos, Termo de Referência 94 (doc. 47946957) 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:

I. 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;

[...]

XXXI. 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**; (grifo nosso)

A seu turno, segundo o Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), o Projeto de Drenagem foi elaborado de acordo com duas normas da ABNT: a NBR 8216:1983 e a NBR 12266:1992. Releva saber que a primeira delas, a NBR 8216:1983, foi cancelada em 26.09.2014 e versava sobre a terminologia empregada em irrigação e drenagem. Por sua vez, a NBR 12266:1992, **vigente à época da expedição do IAC, porém cancelada em 30.08.2022**, tratava acerca das condições exigíveis para o projeto e a execução de valas para assentamentos de tubulações de água, esgoto ou drenagem urbana. A saber, essa última norma fora substituída pela NBR 17015:2022 da ABNT, que dispõe sobre a execução de obras lineares para transporte de água bruta e tratada, esgoto sanitário e drenagem urbana, utilizando tubos rígidos, semirrígidos e flexíveis. Por esse motivo, **a nova norma também será contemplada no presente relato.**

Além dessas duas normas, a ABNT também trata do assunto, entre outras normas, por meio da NBR 15645 (Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto), da NBR 9061 (Segurança de escavação a céu aberto) e da NBR 15396 (Aduelas de concreto armado pré-moldadas).

Por sua vez, o Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247) salienta que *“Também foram adotadas recomendações técnicas prescritas em documento normativo da NOVACAP”*, qual seja, o *“Termo de Referência e Especificações para Elaboração de Projetos de Sistema de Drenagem Pluvial – (10/2012)”*, de agora em diante, TR-NOVACAP/2012.

Quanto ao TR-NOVACAP/2012, destaca-se que ele foi substituído pelo *“TERMO DE REFERÊNCIA E ESPECIFICAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NO DISTRITO FEDERAL”*, de 04.2019 (SEI nº 21151132), a partir de agora, TR-NOVACAP/2019. Tanto é assim que o TR-SODF/94 dispõe que *“foram adotadas recomendações técnicas prescritas em documento normativo da NOVACAP [...] atualizado para 2019.”*

A saber, ambos os documentos técnicos da NOVACAP têm por finalidade disciplinar a elaboração de *“projetos executivos de sistemas de drenagem pluviais”*, bem como a *“reavaliação de sistemas de drenagem pluviais já projetados e/ou implantados, no Distrito Federal, englobando todas as suas partes integrantes”*, tendo em vista que a Empresa Pública detém a outorga legal da prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Distrito Federal[5].

Ainda nessa esteira de critérios técnicos, também está disposto no TR-SODF/94 (SEI nº 47946957) que *“Os serviços de drenagem serão executados conforme projeto disponibilizado pela SODF e em consonância às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.”*



No tocante à especificação dos materiais e dos serviços, observou-se que tanto o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957) quanto o Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247) se basearam em grande medida na Norma de Serviço – NS 01 da NOVACAP, aprovada na 2.971ª Reunião da Diretoria Colegiada, em 19.10.1995, e alterada na 3.008ª Reunião da Diretoria Colegiada, em 30.04.1996, que versa acerca das especificações e encargos gerais para execução de redes de águas pluviais públicas no Distrito Federal[6]. Por esse motivo, a NS 01-NOVACAP também figurará entre os critérios de auditoria.

Acerca da primazia entre os documentos técnicos supracitados, o TR-SODF/94 ainda salienta que:

Em caso de dúvidas quanto à interpretação de quaisquer desenhos e das prescrições contidas no Termo de Referência/Cadernos de Projetos/Orçamentos **deverá ser priorizada a seguinte ordem de relevância dos documentos técnicos: Termo de Referência, Orçamento, Caderno de Projetos.** (Termo de Referência – SODF/SUPOP, assinado em 28.09.2020, SEI nº 47946957, grifo nosso)

Por fim, apesar de se estar diante de uma obra pública de engenharia na capital do país, em que a Indústria da Construção Civil encontra um cenário promissor, com vastas áreas ainda sem urbanização ou, até mesmo, com infraestrutura incompleta, os órgãos e as entidades públicas distritais pouco têm normatizado, tecnicamente, a execução de obras e a prestação de serviços de engenharia sob sua responsabilidade. Ao menos, é a percepção que se tem por não ser fácil encontrá-las, em transparência ativa, na rede mundial de computadores – *internet*. Por esse motivo, como é premissa nas auditorias governamentais a busca de referenciais aceitos ou tecnicamente validados, como padrões e boas práticas, a análise técnica das etapas executivas das obras de drenagem pluvial basear-se-á, além de nas supracitadas normas, eventualmente nos seguintes documentos:

1. Manual de Obras de Saneamento, da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR (Paraná);
2. Caderno de Encargos da Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP (Belo Horizonte/MG);
3. Manual de Especificações Técnicas, Regulamentação de Preços e Critérios de Medição, da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN, (Santa Catarina); e
4. Caderno de Encargos, da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN (Rio Grande do Sul).



2. QUESTÕES E RESPOSTAS

Questão de Auditoria	Resposta
1. Foi detectado sobrepreço ?	- Sim
2. Há descumprimento de normas técnicas, de saúde e de segurança do trabalho?	- Sim

3. RESULTADOS

3.1. QUESTÃO 1 - Foi detectado sobrepreço ?

Sim. Conforme explanado no Ponto de Auditoria 3.1.1.

3.1.1. SOBREPREGO POR PREÇO UNITÁRIO NOS ITENS DE SERVIÇO DE ESCORAMENTO DE VALAS E DE FORNECIMENTO DE ADUELAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS, COM CONSUMAÇÃO DO SUPERFATURAMENTO ALERTADO PELA EQUIPE DE AUDITORIA

Classificação da falha: Grave

Ao avaliar o orçamento base da licitação (SEI nº 52939364), sob Anotação de Responsabilidade Técnica – ART nº 0720200055376 (SEI nº 46907080)[7], constatou-se um **sobrepreço por preço unitário de R\$ 2.162.331,57**, sendo R\$ 1.226.929,20 decorrente de itens de serviço de escoramento de valas para assentamento de redes de drenagem e R\$ 935.402,37 de itens de fornecimento de aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas.

Como consequência, em relação aos itens de serviço de escoramento, alertou-se à SODF, mediante o IAC nº 1/2022 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 82581114), a existência de um potencial superfaturamento de R\$ 287.392,77 caso a totalidade prevista dos serviços fosse executada nos moldes do orçamento base. Ocorre que, mediante inspeção *in loco*, verificou-se que a Administração não apenas desconsiderou o alerta, como permitiu que o potencial superfaturamento aumentasse para R\$ 503.041,54, em decorrência da utilização de

materiais em não conformidade tanto em relação às normas da ABNT, quanto ao próprio projeto elaborado e entregue pelo executante. Além disso, constatou-se que até a 19ª medição já houve a consumação de dano ao erário no valor de R\$ 115.374,13 referente a esse serviço.

O procedimento de auditoria aplicado consistiu em avaliar os custos unitários dos itens de serviço de uma amostra que contempla 70,12% do preço global estimado da obra pública, obtida a partir da “CURVA ABC” apresentada no orçamento base (SEI nº 52939364, p. 13/19). A referida amostra contém os seguintes itens de serviço:

Tabela 2 – Amostra de auditoria.

Item	Código Serviço	Descrição	Und.	Quantidade	Preço Unit.[8] (R\$)	Preço Total (R\$)	%
1	95879 SINAPI-C	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF 12/2016	<i>t.km</i>	11.770.817,37	0,64	7.507.450,86	12,92%
2	37479 SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 3,00 X 3,00 M (L X A), C=1.00 M, E = 20 CM	<i>un</i>	1.305,45	5.365,55	7.004.460,22	12,06%
3	605772M SICRO-M	TUNNEL LINER - DIÂMETRO 3,4 METROS, COM ESCAVAÇÃO EM MATERIAL DE 1ª CATEGORIA (EXCETO FORNECIMENTO DE CHAPA)	<i>m</i>	446,60	8.290,53	3.702.552,10	6,37%
4	ADM LOCAL PRÓPRIA	ADMINISTRAÇÃO LOCAL	<i>und</i>	1,00	3.333.158,99	3.333.158,99	5,74%
5	MÉDIA (37476 e 37478) SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1,80 X 1,80 M (L X A), C=1.00 M, E = 20 CM	<i>un</i>	862,17	2.992,81	2.580.307,76	4,44%
6	COTAÇÃO	Fornecimento de <i>tunnel liner</i> com chapa epóxi, espessura de 3,9 mm e DIM = 3,4 m	<i>m</i>	446,60	5.225,02	2.333.494,78	4,02%
7	4011533M SICRO-C	Pavimento de concreto com formas deslizantes - areia e brita comerciais	<i>m³</i>	4.755,71	411,40	1.956.476,06	3,37%
8	98504 SINAPI-C	PLANTIO DE GRAMA EM PLACAS. AF_05/2018	<i>m²</i>	148.000,72	10,13	1.499.636,23	2,58%
9	4345M NOVACAP-M	Escoramento descontinuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 4,0 a 7,0 m	<i>m²</i>	44.111,92	31,45	1.387.450,85	2,39%



Item	Código Serviço	Descrição	Und.	Quantidade	Preço Unit.[8] (R\$)	Preço Total (R\$)	%
10	4349M NOVACAP-M	Escoramento descontinuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 7,0 a 10,0 m	m ²	30.014,37	44,68	1.340.897,09	2,31%
11	96995 SINAPI-C	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	m ³	26.812,39	47,85	1.282.897,32	2,21%
12	37476 SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1.50 X 1.50 M (L X A), C =1.00 M, E = 20 CM	un	492,30	2.478,79	1.220.306,07	2,10%
13	74154/1 SINAPI-C	ESCAVACAO, CARGA E TRANSPORTE DE MATERIAL DE 1A CATEGORIA COM TRATOR SOBRE ESTEIRAS 347 HP E CACAMBA 6M3, DMT 50 A 200M	m ³	276.822,75	4,21	1.165.949,74	2,01%
14	93599 SINAPI-C	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14 M3, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ACIMA DE 30 KM (UNIDADE: TXKM). AF_04/2016	t.km	2.545.699,07	0,46	1.164.127,82	2,00%
15	96396 SINAPI-C	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE BRITA GRADUADA SIMPLES - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m ³	6.458,36	138,22	892.690,31	1,54%
16	96398 SINAPI-C	EXECUÇÃO E COMPACTAÇÃO DE BASE E OU SUB BASE PARA PAVIMENTAÇÃO DE CONCRETO COMPACTADO COM ROLO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m ³	3.850,60	231,37	890.897,51	1,53%
17	4805757M SICRO-C	ESCAVAÇÃO MECÂNICA DE VALA EM MATERIAL 1a. CATEGORIA	m ³	124.567,95	6,27	781.258,69	1,34%
18	98520 SINAPI-C	APLICAÇÃO DE ADUBO EM SOLO. AF_05/2018	m ²	154.427,80	4,48	691.318,91	1,19%
Totais						40.735.331,31	70,12%



Escoramento de valas

Durante a aplicação de procedimentos de auditoria nos itens de serviços arrolados na Tabela 2, detectou-se sobrepreço por preço unitário nos itens nº 9 e 10 da “CURVA ABC”:

- “Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 4,0 a 7,0 m” (Código 4345 modificado da NOVACAP); e
- “Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 7,0 a 10,0 m” (Código 4349 modificado da NOVACAP).

Com isso, decidiu-se estender a análise para o item nº 35 da “CURVA ABC” “Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade até 4,0 m” (Código 4340 modificado da NOVACAP), mesmo ele não integrando a amostra inicial (Tabela 2), por ele guardar pertinência com os demais e, juntos, comporem a totalidade do item 5.3 “ESCORAMENTO DE VALAS” do orçamento base (SEI nº 52939364, p. 6).

Assim, foram especificados três itens de serviços de “Escoramento descontínuo” de madeira para cada um dos seguintes intervalos de profundidade de escavação:

1. Valas com profundidade **até 4,0 m**: item 5.3.1 (Código 4340 modificado da NOVACAP);
2. Valas com profundidade **de 4,0 a 7,0 m**: item 5.3.2 (Código 4345 modificado da NOVACAP); e
3. Valas com profundidade **de 7,0 a 10,0 m**: item 5.3.3 (Código 4349 modificado da NOVACAP).

Observou-se que, para esses três itens de serviço, foram associadas composições de custo unitário[9] – CCU do Sistema de Preços e Serviços – SIPS gerenciado pela NOVACAP em detrimento de CCU existentes do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI.

Sobre a necessidade de utilização do SINAPI, está disposto no TR-NOVACAP /2019 (SEI nº 21151132):



8 ORÇAMENTO DAS OBRAS

[...]

Todos os preços de referência para a elaboração das estimativas de preços serão obtidos por meio das tabelas do SINAPI. Caso sejam utilizados serviços do SICRO, estes deverão ter seus insumos e serviços substituídos pelos do SINAPI. A tabela de preços a ser empregada na elaboração das estimativas de preços será a do SINAPI, com a data-base atualizada semestralmente (janeiro e julho). (grifo nosso)

Diferentemente do que dispunha o TR-NOVACAP/2012, segundo o qual deveria ser utilizada preferencialmente a Tabela de Preços e Serviços da NOVACAP, nestes termos:

8 ORÇAMENTO DAS OBRAS

Os orçamentos de materiais e serviços deverão ser elaborados [...] **obedecendo, sempre que possível, aos itens da Tabela de Preços e Serviços - TPS da NOVACAP**, caso a contratada precise utilizar um preço que não conste na TPS, esta deverá apresentar composição de preço com cotação de pelo menos três fornecedores e nos padrões estabelecidos pela NOVACAP. (grifo nosso)

Com isso, percebe-se que, com o advento do TR-NOVACAP/2019 (SEI nº 21151132) – vigente quando da elaboração do orçamento base (SEI nº 52939364) –, a utilização de preços de referência do SINAPI tornou-se obrigatória na elaboração de planilhas orçamentárias de Projetos de Drenagem Pluvial no Distrito Federal. Sendo permitida apenas a adoção de composições do Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO, desde que os insumos e os serviços sejam substituídos pelos correspondentes do SINAPI.

Pois bem, sem embargo, entende-se que a adoção de CCU da NOVACAP para escoramento de valas em detrimento das existentes no SINAPI se deve ao fato de estas estarem limitadas a uma profundidade máxima de vala de 4,5 m (isto é, valas “*pouco profundas*” consoante percorrido no subitem I.1 do Anexo I). E, como as “*PLANILHAS DE CÁLCULO*”, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247, p. 16/28), preveem escavações até a ordem de 10,0 m (valas “*profundas*”, segundo tratado no mesmo subitem), **a princípio**, mostra-se justificável ter havido essa escolha.

Entretanto, indo mais além, é preciso salientar que as CCU da NOVACAP não foram adotadas em sua íntegra. Explica-se: as CCU da NOVACAP foram modificadas na medida que foram consideradas, de um modo geral, as suas produtividades e as características técnicas de seus insumos, tendo variado apenas os custos unitários para os seus correspondentes do SINAPI. Ou seja, o orçamento base manteve as produtividades das CCU da NOVACAP e adaptou os custos unitários dos insumos para os correspondentes do SINAPI na data-base de referência.

Na sequência, serão evidenciados os procedimentos adotados no orçamento base, seguidos dos ajustes feitos pela equipe de auditoria, para cada um dos três itens de serviço

supracitados. A compreensão dos ajustes a serem procedidos requer o entendimento da metodologia executiva dos escoramentos descontínuos de madeira, motivo pelo qual se remete o leitor ao Anexo I para elucidar alguns pormenores que serão suprimidos neste Ponto de Auditoria por questões de síntese.

Valas com profundidade até 4,0 m (item 5.3.1, Código 4340 modificado da NOVACAP)

Para o escoramento descontínuo de valas com profundidade até 4,0 m, a CCU original da NOVACAP prevê os seguintes insumos e produtividades:

Tabela 3 – CCU original da NOVACAP para escoramento descontínuo de valas com até 4,0 m de profundidade.

Código	Descrição	Unidade	Produtividade
4340	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade até 4,0 m	m ²	
1026	Encarregado	h	0,0500
1078	Carpinteiro de esquadrias e formas	h	0,2500
1097	Servente (operário não qualificado)	h	0,2500
2039	Prego de aço 15 x 15 c/ cabeça	kg	0,0080
2100	Sarrafo em madeira 1" x 6" (2,5 x 15,0 cm)	m	0,2000
2105	Pranchão em madeira 2" x 9"	m	0,1000
2122	Pontaletes em madeira 3" x 3" (7,5 x 7,5 cm)	m	0,2000
3029-HP	Retroescavadeira sobre pneus, diesel 76 hp (57 kW)	h	0,0075

Fonte: "Relatório Analítico da Base NOVACAP", de 02.2016.

Repare-se que a CCU original da NOVACAP contém insumos de mão de obra ("Encarregado", "Carpinteiro" e "Servente"), de materiais ("Prego", "Sarrafo", "Pranchão" e "Pontaletes") e de equipamento ("Retroescavadeira sobre pneus").

Por sua vez, o orçamento base considerou a seguinte CCU para o mesmo serviço:

Tabela 4 – CCU do orçamento base para escoramento descontínuo de valas com até 4,0 m de profundidade.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4340 M	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 22,30	R\$ 5,58
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 16,58	R\$ 4,15
SINAPI-I	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0080	R\$ 11,34	R\$ 0,09

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4340 M	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-I	6194	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,2000	R\$ 2,70	R\$ 0,54
SINAPI-I	4437	PRANCAO DE MADEIRA NAO APARELHADA *7,5 X 23* CM (3 x 9 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,1000	R\$ 58,24	R\$ 5,82
SINAPI-I	20209	PECA DE MADEIRA APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,2000	R\$ 16,73	R\$ 3,35
SINAPI-C	5680	RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA, TRAÇÃO 4X2, POTÊNCIA LÍQ. 79 HP, CAÇAMBA CARREG. CAP. MÍN. 1 M3, CAÇAMBA RETRO CAP. 0,20 M3, PESO OPERACIONAL MÍN. 6.570 KG, PROFUNDIDADE ESCAVAÇÃO MÁX. 4,37 M - CHP DIURNO. AF_06 /2014	CHP	0,0075	R\$ 76,77	R\$ 0,58
Custo Unitário Global						R\$ 20,10
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 24,18

Fonte: Orçamento base da licitação (SEI nº 52939364, p. 28/29).

Ao cotejar a Tabela 3 e a Tabela 4, é possível notar que as produtividades da CCU da NOVACAP foram mantidas, ao passo que foram extraídos insumos correspondentes do SINAPI (com seus respectivos códigos, descrições e custos unitários não desonerados para a data-base de 06.2020).

Note-se que o insumo de mão de obra “*Encarregado*” (Código 1026 da NOVACAP da Tabela 3) foi suprimido tendo remanescido apenas os profissionais carpinteiro e servente. Entende-se que essa exclusão é pertinente, pois o insumo “*Encarregado*” será remunerado pelo item de Administração Local. A mais disso, releva destacar que, segundo o caderno técnico do SINAPI (2020a), carpinteiro é o “*profissional que executa o sistema de escoramento da vala, realizando as atividades de montagem e desmontagem*”, enquanto servente é o “*profissional que auxilia o carpinteiro no escoramento*”.

Sendo assim, tendo em vista a metodologia executiva dos escoramentos descontínuos de madeira descrita no subitem I.5.1 do Anexo I, é fácil perceber que não há necessidade alguma de utilização de equipamento, pois apenas serão necessários os materiais e a mão de obra dos profissionais envolvidos.

Ainda que não esteja entre as suas funções precípuas, as retroescavadeiras sobre rodas com carregadeira (Figura 2) previstas tanto na CCU original da NOVACAP (Tabela 3)

quanto na CCU do orçamento base (Tabela 4) também podem ser utilizadas na instalação de **determinados tipos** de escoramentos (que não os descontínuos de madeira, frise-se). Exemplos são os escoramentos contínuos com caixa trincheira (blindagem) e os escoramentos com trilhos e painéis deslizantes descritos nos subitens I.5.2.3 e I.5.2.4, ambos do Anexo I.

Figura 2 – Retroescavadeiras sobre rodas (“pneus”) com carregadeira.



Fonte: *Caterpillar*.

Nada obstante, repisa-se que o insumo de equipamento “*Retroescavadeira sobre pneus*” (Código 3029-HP da NOVACAP da Tabela 3), substituído pelo insumo “*RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA*” (Código 5680 do SINAPI da Tabela 4), para a instalação de escoramento descontínuo de madeira em valas **é indevido**.

Ainda em relação à metodologia executiva, desta vez com enfoque nos materiais a serem empregados na instalação do escoramento, está disposto no TR-SODF/94 que deve ser levado em conta:

9.3.2.1.7. Escoramento

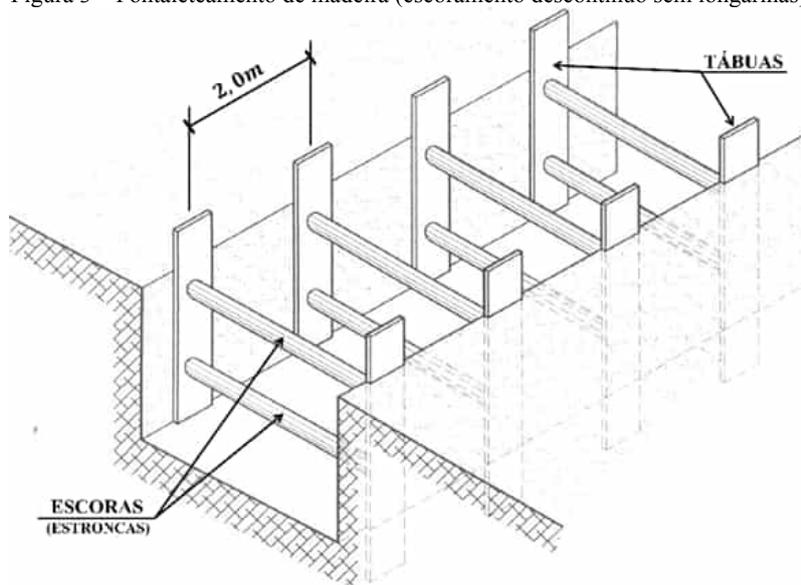
[...] que serão **conjuntos de escoramentos** para valas com **talude 1:3, aplicados separadamente um do outro, de dois em dois metros** e considerar estronca perdida no fundo da vala. (Termo de Referência – SODF/SUPOP, assinado em 28.09.2020, SEI nº 47946957, grifo nosso)

A saber, esse procedimento executivo também está disposto no item 2.2.2.5, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), bem como na alínea “b”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP.

Pode-se dizer que, quando o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957) especifica que devem ser utilizados “*conjuntos de escoramentos [...] aplicados separadamente um do outro, de dois em dois metros*” (grifo nosso), significa que deve ser executado um **escoramento pontaleteado (pontaleteamento)**, que corresponde a um tipo de escoramento descontínuo de madeira **sem o emprego de longarinas (vigas)**. Explica-se a seguir.

Observe-se da Figura 3 que os “conjuntos de escoramentos” são formados basicamente por duas tábuas e duas escoras (estroncas ou “pontaletes”). Diz-se “basicamente”, pois, a depender da profundidade da vala, é preciso saber que apenas um “lance” de escoramento não será suficiente, sendo necessário, nesses casos, recorrer a uma maior quantidade de peças para garantir a contenção das paredes laterais das valas. Além disso, é notório que tais “conjuntos” são instalados “separadamente um do outro” por uma distância, segundo especificado no TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), “de dois em dois metros”.

Figura 3 – Pontaleteamento de madeira (escoramento descontínuo sem longarinas).



Fonte: adaptado do Desenho nº 05-02 (“PONTALETEAMENTO PADRÃO”), Revisão 1 (CORSAN).

Como forma de evidenciar que esse tipo de escoramento tem sido, de fato, utilizado em obras semelhantes, ilustra-se na Figura 4 a utilização de pontaleteamentos em escavações de valas para assentamento de galerias de águas pluviais na obra pública do Setor Habitacional Vicente Pires, objeto de anterior auditoria pela DATOS/CGDF.

Figura 4 – Execução de pontaleamentos em valas da obra pública de Vicente Pires.



Fonte: Relatório Fotográfico da 9ª medição, do Contrato nº 019 /2016 – SINESP (SEI nº 7479845, p. 5).

Fonte: Relatório Fotográfico da 10ª medição, do Contrato nº 019 /2016 – SINESP (SEI nº 8008952, p. 3).



Fonte: Relatório Fotográfico da 14ª medição, do Contrato nº 019 /2016 – SINESP (SEI nº 11479954, p. 2).

Fonte: Relatório Fotográfico da 18ª medição, do Contrato nº 019 /2016 – SINESP (SEI nº 16109786, p. 5).



Fonte: Relatório Fotográfico da 4ª medição, do Contrato nº 004 /2015 – SINESP (SEI nº 40536373, p. 124).

Fonte: Relatório Fotográfico da 5ª medição, do Contrato nº 004 /2015 – SINESP (SEI nº 40563209, p. 19).



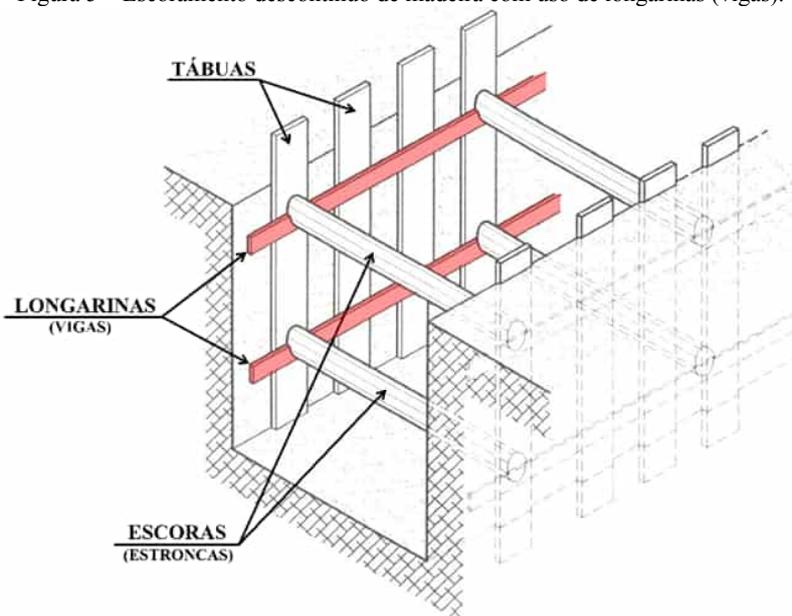
Fonte: Relatório Fotográfico da 8ª medição, do Contrato nº 004 /2015 – SINESP (SEI nº 41338946, p. 7).

Fonte: Relatório Fotográfico da 10ª medição, do Contrato nº 004 /2015 – SINESP (SEI nº 41367424, p. 25).

Ao comparar a Figura 3 e o mosaico da Figura 4, repare-se a existência de tábuas e escoras formando os “conjuntos” espaçados a que se refere o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957). Em acréscimo, destaca-se que as imagens acostadas na Figura 4 foram obtidas dos Relatórios Fotográficos que compuseram o rol de documentos das respectivas medições e que foram apresentados por duas das empresas que compõem o CONSÓRCIO G5 ESPM, quais sejam, a CONSTRUTORA ARTEC S/A e a GW CONSTRUÇÕES E INCORPORAÇÕES LTDA, consoante informado no item 1 “INTRODUÇÃO”.

Acontece que, quando se emprega longarinas (vigas) a esses “conjuntos de escoramentos”, eles deixam de “*ser aplicados separadamente um do outro*”, pois as longarinas **solidarizam** esses “conjuntos” formando um único sistema de escoramento. Isso pode ser notado na Figura 5, na qual as longarinas estão representadas na cor vermelha.

Figura 5 – Escoramento descontínuo de madeira com uso de longarinas (vigas).



Fonte: adaptado do Desenho nº 05-04 (“*ESCORAMENTO DESCONTÍNUO PADRÃO*”), Revisão 1 (CORSAN).

Apesar de ambos os escoramentos serem descontínuos, defende-se que a utilização das longarinas propicia um sistema de contenção **mais seguro** que o pontaleamento, uma vez que permite a utilização de maior quantidade de tábuas para um mesmo espaçamento entre escoras, revestindo maior área das paredes laterais (taludes) das valas, além do fato de conferir maior rigidez ao sistema, propiciando um mecanismo de travamento longitudinal.

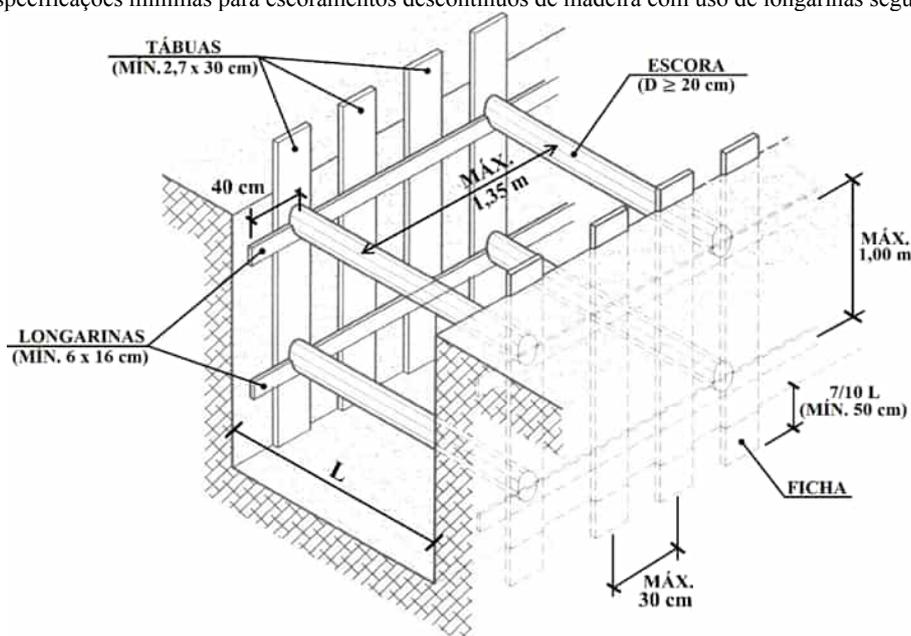
Portanto, em face dessa breve explanação acerca dos dois tipos de escoramentos descontínuos de madeira, já se antecipa que, dado que o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957) preconiza a instalação de pontaleamentos – corroborado pelo disposto no item 2.2.2.5, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), bem como na alínea “b”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP –, prontamente se conclui que **nem todos os insumos de materiais previstos nas CCU da Tabela 3 e da Tabela 4 são devidos**. Demonstrar-se-á isso na sequência.

Como descrito no subitem I.5.1 do Anexo I, segundo as normas NBR 17015 e NBR 15645, ambas da ABNT, é sabido que, no escoramento descontínuo de madeira **com uso de longarinas (vigas)** (Figura 5), assim que a escavação disponibiliza frente de serviço, a instalação do sistema de escoramento se inicia com a colocação das tábuas com bitola^[10] mínima de 0,027 m x 0,30 m espaçadas a cada 0,30 m de “eixo a eixo” e com ficha^[11] mínima de 0,50 m. Posteriormente, é feita a instalação das longarinas (vigas) com bitola mínima de 0,06 m x 0,16 m em toda a extensão longitudinal da vala a cada 1,0 m de profundidade. Ao final, são posicionadas escoras (estroncas) com diâmetro mínimo de Ø 0,20 m espaçadas, no máximo,

longitudinalmente a cada 1,35 m e verticalmente a cada 1,00 m, sendo que a primeira deverá ser posicionada a 0,40 m da extremidade da longarina. A fixação dessas peças se dá mediante a utilização de pregos. A partir daí os demais serviços de drenagem são executados, quais sejam: preparo do fundo, assentamento da galeria e reaterro (atividades não incluídas na CCU de escoramento descontínuo).

Ou seja, de posse dessas especificações preconizadas pelas normas da ABNT, é possível sintetizar as dimensões mínimas e os espaçamentos máximos usuais do escoramento descontínuo com longarinas na Figura 6.

Figura 6 – Especificações mínimas para escoramentos descontínuos de madeira com uso de longarinas segundo a ABNT.



Fonte: adaptado do Desenho nº 05-04 (“ESCORAMENTO DESCONTÍNUO PADRÃO”), Revisão 1 (CORSAN).

Aqui cabe destacar que, segundo as NBR 17015 e 15645, ambas da ABNT, independentemente se o escoramento descontínuo de madeira se utiliza ou não de longarinas (vigas), as escoras (estroncas) devem estar afastadas longitudinalmente entre si, **no máximo, de 1,35 m**, quando outro espaçamento não for especificado em projeto específico. Todavia, esse distanciamento diverge dos 2,00 m dispostos no item 9.3.2.1.7, do TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), no item 2.2.2.5, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), bem como na alínea “b”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP. Significa dizer que o espaçamento máximo de 1,35 m determinado pela ABNT é mais conservador (isto é, a favor da segurança) que os 2,00 m preconizados pelo TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), pelo Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247) e pela NS 01-NOVACAP.

Pois bem, quanto às peças de madeira (insumos de materiais), observe-se que a CCU original da NOVACAP (Tabela 3) prevê, para a instalação do escoramento, a utilização de três elementos estruturais (peças) de madeira:

1. “Sarrafo em madeira 1" x 6" (2,5 x 15,0 cm)”;
2. “Pranchão em madeira 2" x 9””; e
3. “Pontaletes em madeira 3" x 3" (7,5 x 7,5 cm)”.

Repare-se que, na descrição dos insumos de materiais, a CCU original da NOVACAP apenas se atém às bitolas dos elementos, sem nada dispor quanto aos tipos (espécies) de madeiras a serem empregadas, que devem ser necessariamente duras e resistentes à umidade (subitem I.5.1.1 do Anexo I).

Do ponto de vista dimensional, a terminologia dos elementos de madeira não é uniforme no meio técnico, podendo variar conforme o critério adotado. Exemplo disso são as dimensões preconizadas pela NBR 7203 e pela NBR 12498, ambas da ABNT, que tratam, respectivamente, da madeira serrada e beneficiada[12] e da madeira serrada de coníferas provenientes de reflorestamento:

Tabela 5 – Nomenclatura de peças de madeira segundo a ABNT.

Produtos	Espessura (cm)		Largura (cm)		Comprimento (m)	Dimensões Nominais Padronizadas (NBR 7203)
	NBR 7203	NBR 12498	NBR 7203	NBR 12498		
Pranchão	> 7,0	≥ 5,0	> 20,0	> 15,0	Variável	15,0 cm x 23,0 cm 10,0 cm x 20,0 cm 7,5 cm x 23,0 cm
Prancha	4,0 a 7,0		> 20,0		Variável	-
Pranchinha	-	3,8	-	≥ 10,0		-
Viga	> 4,0	-	11,0 a 20,0	-	Variável	15,0 cm x 15,0 cm 7,5 cm x 15,0 cm 7,5 cm x 11,5 cm 5,0 cm x 20,0 cm 5,0 cm x 15,0 cm
Vigota	4,0 a 8,0	-	8,0 a 11,0	-	Variável	-
Pontaletes	-	7,5	-	7,5		-
Caibro	4,0 a 8,0	5,0 a 10,0	5,0 a 8,0	5,0 a 10,0	Variável	7,5 cm x 7,5 cm 7,5 cm x 5,0 cm 5,0 cm x 7,0 cm 5,0 cm x 6,0 cm



Produtos	Espessura (cm)		Largura (cm)		Comprimento (m)	Dimensões Nominais Padronizadas (NBR 7203)
	NBR 7203	NBR 12498	NBR 7203	NBR 12498		
Tábua	1,0 a 4,0	1,2 a 3,8	> 10,0	≥ 10,0	Variável	2,5 cm x 23,0 cm 2,5 cm x 15,0 cm
Sarrafo	2,0 a 4,0	2,5 a 5,0	2,0 a 10,0	2,5 a 10,0	Variável	3,8 cm x 7,5 cm 2,2 cm x 7,5 cm
Ripa	< 2,0	< 2,5	< 10,0	< 100	Variável	1,2 cm x 5,0 cm

Fonte: NBR 7203:1982 e NBR 12498:2017, ambas da ABNT.

Observe-se da Tabela 5 que os intervalos das dimensões entre as duas normas, apesar de próximos, não são idênticos. Não bastasse isso, é importante destacar que “*embora existam textos da ABNT especificando dimensões e nomes das peças, esses são ignorados pelos setores de produção e comércio de madeira serrada e beneficiada*” (ZENID, 2009, p. 79). Logo, é preciso ter em vista que dificilmente se obterá um único critério dimensional para denominar os elementos estruturais de madeira.

Por conseguinte, com respeito aos tipos (espécies) de madeiras, resta demonstrado no subitem I.5.1.1 do Anexo I, que todas as madeiras deverão ser maciças e duras. Além disso, à exceção das estroncas (escoras) – que podem ser de madeira roliça (bruta) da espécie “eucalipto” –, as tábuas e as longarinas, além de serradas, devem ser madeiras duras de melhor qualidade, tais como “peroba”, “maçaranduba”, “angelim”, “canafistula” e “cedrinho”.

Sendo assim, não obstante a divergência terminológica em torno das seções transversais dos elementos de madeira e a ausência de especificação da espécie de madeira na CCU original da NOVACAP (Tabela 3), é possível obter insumos paradigmas a partir dos insumos de materiais dispostos na CCU original da NOVACAP (Tabela 3) e na CCU do orçamento base (Tabela 4), bem como das especificações mínimas estabelecidas pela ABNT.

Primeiramente, a seção de 1" x 6" (2,5 cm x 15,0 cm) do “Sarrafo”, segundo a CCU da NOVACAP (Tabela 3), permite concluir que esse elemento equivale à “Tábua” nos termos da ABNT (Tabela 5). Tanto é que, na CCU do orçamento base (Tabela 4), o insumo correspondente do SINAPI adotado foi a “TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO” (Código 6194). A mais disso, de acordo com as NBR 17015 e 15645, ambas da ABNT, a seção mínima das “tábuas” a serem empregadas em escoramentos descontínuos deve ser de 2,7 cm x 30,0 cm (Figura 6). Ou seja, a seção de 2,5 cm x 15,0 cm não atende à norma da ABNT por possuir menor largura.

De sua vez, ao recorrer aos insumos de “tábuas de madeira” do SINAPI em busca de um paradigma, nota-se que existem três insumos que se aproximam das dimensões mínimas

recomendadas pela ABNT (2,7 cm x 30,0 cm), os quais estão destacados em vermelho na Figura 7:

CAIXA PREÇOS DE INSUMOS Página: 111 / 137

Figura 7 – Preços de insumos de “tábuas de madeira”.

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 06/2020

Pesquisa: IBGE

Localidade: BRASILIA

Encargos Sociais (%) Horista: 112,85 Mensalista: 72,54

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00006178	TABUA DE MADEIRA PARA PISO, CUMARU/IPE CHAMPANHE OU EQUIVALENTE DA REGIAO, ENCAIXE MACHO/FEMEA, *10 X 2* CM	M2	AS	168,84
00006180	TABUA DE MADEIRA PARA PISO, CUMARU/IPE CHAMPANHE OU EQUIVALENTE DA REGIAO, ENCAIXE MACHO/FEMEA, *15 X 2* CM	M2	AS	182,23
00006182	TABUA DE MADEIRA PARA PISO, IPE (CERNE) OU EQUIVALENTE DA REGIAO, ENCAIXE MACHO/FEMEA, *20 X 2* CM	M2	AS	226,19
00003993	TABUA DE MADEIRA APARELHADA *2,5 X 15* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M2	CR	99,51
00003990	TABUA DE MADEIRA APARELHADA *2,5 X 25* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	21,99
00003992	TABUA DE MADEIRA APARELHADA *2,5 X 30* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	27,00
00004509	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 10 CM (1 X 4 *) PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	1,99
00006194	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 *) PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	2,70
00006193	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 20* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	10,48
00010567	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 23* CM (1 X 9 *) PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	4,47
00006212	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30 CM (1 X 12 *) PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	C	7,34
00006189	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	15,32

Fonte: adaptado do Caderno “PREÇOS DE INSUMOS” do SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Note-se que os três insumos variam de R\$ 7,34/m a R\$ 27,00/m, pois dependem da espécie de madeira e se ela é “APARELHADA” ou “NÃO APARELHADA”.

A saber, madeira “aparelhada” (aplainada) é a madeira serrada ou resserrada “*submetida a um processo de acabamento em plaina ou outro processo equivalente, para se obter uniformidade de dimensões e/ou um melhor acabamento superficial em uma ou mais faces e/ou bordas.*”[13] Ou seja, o aplainamento é uma operação que proporciona uma superfície lisa às faces ou às bordas da peça de madeira, ao longo de todo o seu comprimento, gerando uma redução de medida nominal (de até 5,0 mm)[14]. Em geral, ao receber esse tipo de acabamento, o produto fica livre das imperfeições naturais da própria madeira, podendo ter destinações decorativas como coberturas e outros locais em que a madeira ficará exposta (Figura 8).

Figura 8 – Madeiras aparelhadas (aplainadas).



Disponível em: <https://www.toratoramadeiras.com.br/madeira-aparelhada.html>. Acesso em: 24.11.2021.

Já em relação às espécies de madeira dos mesmos insumos destacados na Figura 7, repare-se que estão previstas as espécies “*MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 3992 do SINAPI), “*PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 6212 do SINAPI) e “*CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 6189 do SINAPI).

Apesar de as espécies “*MAÇARANDUBA*” ou “*ANGELIM*” serem madeiras duras (folhosas) e estarem expressamente indicadas na NBR 17015 da ABNT, o insumo de Código 3992 do SINAPI prevê a “*TÁBUA DE MADEIRA*” para essas espécies apenas na condição “*APARELHADA*”, o que a torna mais onerosa. Já a espécie “*PINUS*” (Código 6212 do SINAPI) – espécie também utilizada na CCU do orçamento base (Tabela 4) – refere-se a uma madeira macia (conífera), portanto, não adequada nos termos das normas da ABNT, que indicam o emprego de madeiras duras. Resta, enfim, a espécie “*CEDRINHO*” (Código 6189 do SINAPI), a qual pertence à classe das dicotiledôneas (madeiras duras, folhosas) e que, segundo Zenid (2009, p. 45), é passível de uso na Construção Civil Leve de Uso Temporário, da qual os escoramentos fazem parte.

Logo, por óbvio, quanto maior a qualidade da madeira, mais cara ela será. Só que, como a economia e a segurança na execução de obras e serviços de engenharia são dois dos requisitos legais a serem observados nos projetos[15], o paradigma consiste em adotar uma “tábua de madeira” que atenda, tanto do ponto de vista das dimensões quanto da espécie da madeira, às especificações da ABNT. Assim, o paradigma adotado pela equipe de auditoria para a “tábua de madeira” está disposto na última linha da Tabela 6:

Tabela 6 – Comparação dos insumos de “tábuas de madeira”.

Referência	Código do Insumo	Descrição	Custo unitário (R\$/m)
CCU Original da NOVACAP	2100 (NOVACAP)	Sarrafo em madeira 1" x 6" (2,5 x 15,0 cm)	-
CCU do Orçamento Base	6194 (SINAPI)	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	2,70
Paradigma da Auditoria	6189 (SINAPI)	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	15,32

Atente-se que o insumo paradigma é 5,67 vezes mais caro que o previsto no orçamento base da licitação. Isso se deve ao fato de que o requisito legal da economia não deve suplantar o da segurança, na medida que se optou por uma madeira mais cara tanto do ponto de vista dimensional (com módulo de resistência da seção superior) quanto sob o aspecto da espécie da madeira (“pinus” versus “cedrinho”).

Em segundo lugar, diante das dimensões de 2" x 9" (aproximadamente 5,0 cm x 23,0 cm)[16] do “Pranchão”, segundo a CCU da NOVACAP (Tabela 3), é possível notar que, de fato, essa peça corresponde à “Prancha” ou ao “Pranchão” nos termos da ABNT (Tabela 5). Na CCU do orçamento base (Tabela 4), o insumo correspondente do SINAPI adotado foi o “PRANCHÃO DE MADEIRA NÃO APARELHADA *7,5 X 23* CM (3 x 9 ") MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO” (Código 4437).

Só que, em relação aos escoramentos descontínuos preconizados nas NBR 17015 e 15645, ambas da ABNT, a ordem de grandeza dessa bitola faria com que esse elemento estrutural, **por exclusão**, correspondesse à longarina (viga), a qual deve ter seção mínima de 6,0 cm x 16,0 cm. **Ou seja, pode-se afirmar que a CCU da NOVACAP (Tabela 3) prevê o emprego de longarina (viga) para o sistema de escoramento.**

A seu turno, ao recorrer aos insumos de “vigas de madeira” do SINAPI em busca de um paradigma, nota-se que existem dois insumos que apresentam as exatas dimensões mínimas recomendadas pela ABNT (6,0 cm x 16,0 cm), os quais estão destacados em vermelho na Figura 9:



Figura 9 – Preços de insumos de “vigas de madeira”.

PREÇOS DE INSUMOS

Página: 137 / 137

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 06/2020

Pesquisa: IBGE

Localidade: BRASILIA

Encargos Sociais (%) Horista: 112,85 Mensalista: 72,54

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00040270	VIGA DE ESCORAMENTO H20, DE MADEIRA, PESO DE 5,00 A 5,20 KG/M, COM EXTREMIDADES PLASTICAS	M	AS	49,28
00020213	VIGA DE MADEIRA APARELHADA *6 X 12* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	20,54
00020211	VIGA DE MADEIRA APARELHADA *6 X 16* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	30,33
00004472	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA *6 X 16* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	26,52
00035272	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA *6 X 20* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	34,83
00004448	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA *7,5 X 15 CM (3 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	21,02
00004425	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA 6 X 12 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	19,48
00004481	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA 8 X 16 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	35,89

Fonte: adaptado do Caderno “PREÇOS DE INSUMOS” do SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Como tratado anteriormente, não faz sentido utilizar uma viga de madeira “aparelhada” para escoramento de vala. Assim sendo, o paradigma adotado pela equipe de auditoria para a “viga de madeira” está disposto na última linha da Tabela 7:

Tabela 7 – Comparação dos insumos de “vigas de madeira”.

Referência	Código do Insumo	Descrição	Custo unitário (R\$/m)
CCU Original da NOVACAP	2105 (NOVACAP)	Pranchão em madeira 2" x 9"	-
CCU do Orçamento Base	4437 (SINAPI)	PRANCAO DE MADEIRA NAO APARELHADA *7,5 X 23* CM (3 x 9 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	58,24
Paradigma da Auditoria	4472 (SINAPI)	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA *6 X 16* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	26,52

Desta vez, a consideração de uma “VIGA” (longarina), ao invés de uma “prancha” ou de um “Pranchão” (não aplicáveis aos escoramentos descontínuos, segundo a ABNT), resultou em um insumo mais barato. Isso foi possível mesmo respeitando o requisito legal da



segurança, pois obteve-se uma peça tanto com a espécie de madeira quanto com as dimensões determinadas pela ABNT: “*MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE*” e 6,0 cm x 16,0 cm.

Todavia, considerando que no item 9.3.2.1.7, do TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), no item 2.2.2.5, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), bem como na alínea “b”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP, há a especificação de execução de **pontaleamento**, defende-se ser **indevido** o insumo do material “*Pranchão em madeira 2" x 9"*” (Código 2105 da NOVACAP da Tabela 3), substituído pelo insumo “*PRANCHÃO DE MADEIRA NÃO APARELHADA *7,5 X 23* CM (3 x 9 ")*” (Código 4437 do SINAPI da Tabela 4), haja vista que o **escoramento pontaleado não requer o emprego de longarinas (vigas)**, muito menos de “*PRANCHÃO DE MADEIRA*” (peça com dimensões superiores à viga).

Quanto a isso, à luz dos requisitos legais impostos pelo art. 12, da Lei Federal nº 8.666, de 1993, notadamente o da segurança, o da economia na execução e o da adoção das normas técnicas, de saúde e de segurança do trabalho adequadas, bem como da exigência do TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), segundo o qual “*A Empreiteira é responsável pela elaboração dos projetos de escoramento e da sua aplicação*”, sendo que, “*De comum acordo com o Engenheiro Fiscal*”, “*deverá contratar um calculista de renome, especialista no assunto, para elaboração dos projetos*”, propor-se-á uma recomendação para que o executante, além de cumprir esse encargo de elaboração do **projeto específico** de escoramento, por meio dele, justifique tecnicamente a necessidade de eventuais outros escoramentos que não o pontaleamento, para que faça jus à remuneração condizente. Até porque, consoante destacado na Figura 4, duas das empresas integrantes do CONSÓRCIO G5 ESPM vinham executando pontaleamentos nas recentes obras públicas de Vicente Pires.

E, por fim, a bitola de 3" x 3" (7,5 cm x 7,5 cm) do terceiro insumo, “*Pontalete*” segundo a CCU da NOVACAP (Tabela 3), permite concluir que essa peça corresponde ao “*Caibro*” ou ao “*Pontalete*”, nos termos da ABNT (Tabela 5). Sobre essa divergência de nomenclaturas, ela é esperada, pois como observa Zenid (2009, p. 79), “*há uma confusão em relação aos nomes das peças, como por exemplo, caibros com pontaletes*”. Já na CCU do orçamento base (Tabela 4), o insumo correspondente do SINAPI adotado foi a “*PEÇA DE MADEIRA APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ") MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 20209). Ademais, segundo o Dicionário Michaelis, “*Pontalete*” significa “*Escora de madeira usada em estruturas*” haja vista ser uma “*peça linear sujeita principalmente a esforços de compressão*” (PORTELA e SILVA, 2006, p. 38), ou seja, trata-se da estronca preconizada nas NBR 17015 e 15645, ambas da ABNT. Acontece que, de acordo com essas normas, tal peça deve ter diâmetro (Ø) mínimo de 20,0 cm para escoramentos descontínuos.

Do ponto de vista resistente, ao aplicar as Equações (I.1) a (I.3), todas do subitem I.5.1.1 do Anexo I, obtém-se que o módulo de resistência do “*Pontalete*” de 7,5 cm x 7,5 cm é $W = 70,3 \text{ cm}^3$, ao passo que o módulo de resistência da escora (estronca) de Ø 20,0 cm, recomendada pela ABNT, é $W = 928,0 \text{ cm}^3$. Com isso, conclui-se que o módulo de resistência da peça preconizada pela ABNT supera em mais do que 13 vezes o do elemento da CCU original da NOVACAP, algo que, sob o requisito legal da segurança, torna a utilização do “*Pontalete*” de 7,5 cm x 7,5 cm não aceitável.

Não bastando, é de se destacar que a CCU do orçamento base (Tabela 4) optou pela escolha de uma “*PEÇA DE MADEIRA APARELHADA*” (Código 20209 do SINAPI), que, como se nota na Figura 10, é 37,47% mais onerosa que a “*NÃO APARELHADA*”, o que afrontaria o requisito legal da economia.

Figura 10 – Comparação entre peças de madeira “aparelhada” e “não aparelhada”.

CAIXA PREÇOS DE INSUMOS Página: 93 / 137

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: **06/2020** Pesquisa: **IBGE**

Localidade: **BRASILIA** Encargos Sociais (%) Horista: **112,85** Mensalista: **72,54**

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00020209	PEÇA DE MADEIRA APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	16,73
00004433	PEÇA DE MADEIRA NAO APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	CR	12,17

Fonte: adaptado do Caderno “*PREÇOS DE INSUMOS*” do SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Além disso, considerando que a NBR 17015 da ABNT preceitua que as escoras (estroncas) podem ser da espécie “*eucalipto*”, é de se notar que escolha recaiu em madeiras das espécies “*MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*”, sendo estas mais onerosas que aquela.

Diante disso, para contornar tanto a questão dimensional quanto da espécie de madeira, ao recorrer aos insumos de “*madeiras roliças de eucalipto*” do SINAPI em busca de um paradigma, nota-se que existem dois insumos que se enquadrariam no diâmetro mínimo recomendado pela ABNT (Ø 20,0 cm), os quais estão destacados em vermelho na Figura 11:

Figura 11 – Preços de insumos de “madeiras roliças de eucalipto”.

CAIXA**PREÇOS DE INSUMOS**

Página: 83 / 137

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 06/2020

Pesquisa: IBGE

Localidade: BRASILIA

Encargos Sociais (%) Horista: 112,85

Mensalista: 72,54

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00002742	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	CR	1,81
00002748	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 16 A 19 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	CR	5,32
00002736	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	CR	7,43
00002745	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 8 A 11 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	C	1,50
00002751	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 6 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	CR	1,92
00014439	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 6 M, D = 8 A 11 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	CR	1,70
00002731	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 12 M, D = 20 A 24 CM (PARA POSTE)	M	AS	56,59
00021138	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 2,2 M, D = 8 A 11 CM (PARA CERCA)	M	AS	6,14
00002747	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 2,20 M, D = 16 A 19 CM (PARA CERCA)	M	AS	15,17
00004115	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM	M	AS	11,88
00002729	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 4 A 7 CM (PARA CAIBRO)	UN	AS	14,30
00004119	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 6 M, D = 16 A 19 CM	M	AS	23,90
00002794	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 6,5 M, D = 25 A 29 CM	M	AS	59,01
00002788	MADEIRA ROLICA TRATADA, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 6,5 M, D = 30 A 34 CM	M	AS	119,31

Fonte: adaptado do Caderno “PREÇOS DE INSUMOS” do SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Apenas ao comparar as expressões *in fine* dos dois insumos destacados, “PARA ESCORAMENTO” e “PARA POSTE”, facilmente a escolha poderia ser feita para o caso concreto quanto ao insumo “MADEIRA ROLIÇA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)” (Código 2736 do SINAPI), haja vista se estar diante de uma estrutura de contenção (“escoramento”) e não de “poste”. Além do que, o insumo para “escoramento” é quase oito vezes mais barato que o de “poste”.

Ainda assim, é importante destacar que essa diferença de valores tem razão de ser. Além de o comprimento (“H”) ser maior para a madeira roliça empregada para “PARA POSTE”, observe-se que ela é “TRATADA”. A NBR 16864-1 da ABNT conceitua a madeira preservada (tratada) como aquela que “recebeu tratamento preservativo por impregnação profunda contra organismos xilófagos, de acordo com a legislação e normas específicas” [17]. E, no caso das

madeiras para “escoramento” de valas, não há necessidade alguma de tratamento, mesmo porque se trata de uma estrutura provisória e não permanente, como os “postes”.

Assim sendo, o paradigma adotado pela equipe de auditoria para a “madeira roliça de eucalipto” está disposto na última linha da Tabela 8:

Tabela 8 – Comparação dos insumos “peça de madeira” e “madeira roliça de eucalipto”.

Referência	Código do Insumo	Descrição	Custo unitário (R\$/m)
CCU Original da NOVACAP	2122 (NOVACAP)	Pontaleta em madeira 3" x 3" (7,5 x 7,5 cm)	-
CCU do Orçamento Base	20209 (SINAPI)	PEÇA DE MADEIRA APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	16,73
Paradigma da Auditoria	2736 (SINAPI)	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)	7,43

A consideração de uma “MADEIRA ROLIÇA SEM TRATAMENTO” de “EUCALIPTO” com diâmetro variando entre 20,0 cm e 24,0 cm, ao invés de uma “PEÇA DE MADEIRA APARELHADA” de “MAÇARANDUBA” ou “ANGELIM” e seção 7,5 cm x 7,5 cm, resultou em um insumo 2,25 vezes mais barato. Isso foi possível mesmo respeitando o requisito legal da segurança, pois obteve-se uma peça tanto com a espécie de madeira quanto com as dimensões determinadas pela ABNT: “EUCALIPTO” e diâmetro variando entre 20,0 cm e 24,0 cm.

Portanto, em face do discorrido em torno de todos os insumos, é possível obter a seguinte CCU paradigma para pontaleteamento de valas com profundidade até 4,0 m:

Tabela 9 – CCU paradigma para escoramento pontaleteado – sem uso de longarinas (vigas) – para valas com até 4,0 m de profundidade.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4340 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 22,30	R\$ 5,58
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 16,58	R\$ 4,15
SINAPI-I	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0080	R\$ 11,34	R\$ 0,09



Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4340 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-I	6189	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,2000	R\$ 15,32	R\$ 3,06
SINAPI-I	2736	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	0,2000	R\$ 7,43	R\$ 1,49
Custo Unitário Global						R\$ 14,36
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 17,28

Fonte: SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Recorde-se, portanto, que, em relação à CCU do orçamento base (Tabela 4), o procedimento para a adoção da CCU paradigma para escoramento pontaleteado – sem uso de longarinas (vigas) – para **valas com até 4,0 m de profundidade** (Tabela 9) consistiu em:

- **Manter** os insumos de mão de obra “*CARPINTEIRO*” e “*SERVENTE*”, bem como do material “*PREGO*”;
- **Excluir** o insumo do material “*PRANCHÃO DE MADEIRA NÃO APARELHADA*”, bem como do equipamento “*RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA*”; e
- **Alterar** insumos de materiais das peças de madeira, com adoção da “*TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA*” de 2,5 cm x 30 cm da espécie “*CEDRINHO*” e da escora de “*MADEIRA ROLIÇA SEM TRATAMENTO*” com diâmetro entre 20,0 cm a 24,0 cm de “*EUCALIPTO*”.

Dessa feita, para valas com até 4,0 m de profundidade, a CCU paradigma da auditoria para escoramento pontaleteado – sem uso de longarinas (vigas) (Tabela 9) – é cerca de 28,54% menos onerosa que a CCU do orçamento base da licitação (Tabela 4).

Valas com profundidade de 4,0 m a 7,0 m (item 5.3.2, Código 4345 modificado da NOVACAP)

Para o escoramento descontínuo de valas com profundidade **de 4,0 m a 7,0 m**, a CCU original da NOVACAP prevê os seguintes insumos e produtividades:



Tabela 10 – CCU original da NOVACAP para escoramento descontínuo de valas com profundidade de 4,0 a 7,0 m.

Código	Descrição	Unidade	Produtividade
4345	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 4,0 a 7,0 m	m ²	
1026	Encarregado	h	0,057143
1078	Carpinteiro de esquadrias e formas	h	0,285714
1097	Servente (operário não qualificado)	h	0,285714
2039	Prego de aço 15 x 15 c/ cabeça	kg	0,010000
2100	Sarrafo em madeira 1" x 6" (2,5 x 15,0 cm)	m	0,200000
2106	Pranchão em madeira 3" x 9"	m	0,100000
2122	Pontaletes em madeira 3" x 3" (7,5 x 7,5 cm)	m	0,380000
3029-HP	Retroescavadeira sobre pneus, diesel 76 hp (57 kW)	h	0,028571

Fonte: "Relatório Analítico da Base NOVACAP", de 02.2016.

Por sua vez, o orçamento base considerou a seguinte CCU para o mesmo serviço:

Tabela 11 – CCU do orçamento base para escoramento descontínuo de valas com profundidade de 4,0 a 7,0 m.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4345 M	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE DE 4,0 A 7,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,285714	R\$ 22,30	R\$ 6,37
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,285714	R\$ 16,58	R\$ 4,74
SINAPI-I	20247	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABEÇA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,010000	R\$ 11,34	R\$ 0,11
SINAPI-I	6194	TABUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	M	0,200000	R\$ 2,70	R\$ 0,54
SINAPI-I	4437	PRANCHA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *7,5 X 23* CM (3 x 9 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	M	0,100000	R\$ 58,24	R\$ 5,82
SINAPI-I	20209	PEÇA DE MADEIRA APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3 ") MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO	M	0,380000	R\$ 16,73	R\$ 6,36



Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4345 M	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE DE 4,0 A 7,0 M	M2			
SINAPI-C	5680	RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA, TRAÇÃO 4X2, POTÊNCIA LÍQ. 79 HP, CAÇAMBA CARREG. CAP. MÍN. 1 M3, CAÇAMBA RETRO CAP. 0,20 M3, PESO OPERACIONAL MÍN. 6.570 KG, PROFUNDIDADE ESCAVAÇÃO MÁX. 4,37 M - CHP DIURNO. AF_06 /2014	CHP	0,028571	R\$ 76,77	R\$ 2,19
Custo Unitário Global						R\$ 26,14
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 31,45

Fonte: Orçamento base da licitação (SEI nº 52939364, p. 30).

Igualmente, ao comparar a Tabela 10 e a Tabela 11, é possível notar que as produtividades da CCU da NOVACAP foram mantidas, ao passo que foram extraídos insumos correspondentes do SINAPI (com seus respectivos códigos, descrições e custos unitários não desonerados para a data-base de 06.2020).

Portanto, as mesmas observações feitas na seção anterior são válidas:

- O insumo do material “*TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6”) PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 6194 do SINAPI da Tabela 11) **deve ser substituído** por “*TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 6189 do SINAPI);
- O insumo do material “*PRANCHÃO DE MADEIRA NÃO APARELHADA *7, 5 X 23* CM (3 x 9”) MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 4437 do SINAPI da Tabela 11), a princípio, **é indevido**;
- O insumo do material “*PEÇA DE MADEIRA APARELHADA *7,5 X 7,5* CM (3 X 3”) MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 20209 do SINAPI da Tabela 11) **deve ser substituído** por “*MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)*” (Código 2736 do SINAPI); e



- O insumo do equipamento “*RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA [...]*” (Código 5680 do SINAPI da Tabela 11) é **indevido**.

Com isso, é possível obter a seguinte CCU paradigma para pontaleamento de valas com profundidade **de 4,0 m a 7,0 m**:

Tabela 12 – CCU paradigma para escoramento pontaleado – sem uso de longarinas (vigas) – para valas com profundidade de 4,0 a 7,0 m.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4345 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,285714	R\$ 22,30	R\$ 6,37
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,285714	R\$ 16,58	R\$ 4,74
SINAPI-I	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,010000	R\$ 11,34	R\$ 0,11
SINAPI-I	6189	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,200000	R\$ 15,32	R\$ 3,06
SINAPI-I	2736	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	0,380000	R\$ 7,43	R\$ 2,82
Custo Unitário Global						R\$ 17,11
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 20,59

Fonte: SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Desse modo, para valas com profundidade de 4,0 m a 7,0 m, a CCU paradigma da auditoria para escoramento pontaleado – sem uso de longarinas (vigas) (Tabela 12) – é cerca de 34,54% menos onerosa que a CCU do orçamento base (Tabela 11).

Valas com profundidade de 7,0 m a 10,0 m (item 5.3.3, Código 4349 modificado da NOVACAP)

Para o escoramento descontínuo de valas com profundidade **de 7,0 m a 10,0 m**, a CCU original da NOVACAP prevê os seguintes insumos e produtividades:



Tabela 13 – CCU original da NOVACAP para escoramento descontínuo de valas com profundidade de 7,0 a 10,0 m.

Código	Descrição	Unidade	Produtividade
4349	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 7,0 a 10,0 m	m ²	
1026	Encarregado	h	0,066667
1078	Carpinteiro de esquadrias e formas	h	0,333333
1097	Servente (operário não qualificado)	h	0,333333
2039	Prego de aço 15 x 15 c/ cabeça	kg	0,010000
2100	Sarrafo em madeira 1" x 6" (2,5 x 15,0 cm)	m	0,200000
2103	Viga em madeira (6,0 x 12,0 cm)	m	0,380000
2107	Pranchão em madeira 3" x 12"	m	0,100000
3031-HP	Escavadeira hidráulica sobre esteiras, diesel 128 hp (96 kW)	h	0,066667

Fonte: “Relatório Analítico da Base NOVACAP”, de 02.2016.

De sua vez, o orçamento base considerou a seguinte CCU para o mesmo serviço:

Tabela 14 – CCU do orçamento base para escoramento descontínuo de valas com profundidade de 7,0 a 10,0 m.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4349 M	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE DE 7,0 A 10,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3333330	R\$ 22,30	R\$ 7,43
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3333330	R\$ 16,58	R\$ 5,53
SINAPI-I	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0100000	R\$ 11,34	R\$ 0,11
SINAPI-I	6194	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,2000000	R\$ 2,70	R\$ 0,54
NOVACAP-I	2103	VIGA EM MADEIRA 6,0 X 12,0 CM	M	0,3800000	R\$ 19,30	R\$ 7,33
NOVACAP-I	2107	PRANCHÃO EM MADEIRA 3" X 12"	M	0,1000000	R\$ 72,37	R\$ 7,24



Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4349 M	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE DE 7,0 A 10,0 M	M2			
SINAPI-C	88907	ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 1,20 M3, PESO OPERACIONAL 21 T, POTÊNCIA BRUTA 155 HP - CHP DIURNO. AF 06/2014	CHP	0,0666670	R\$ 134,11	R\$ 8,94
Custo Unitário Global						R\$ 37,12
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 44,68

Fonte: Orçamento base da licitação (SEI nº 52939364, p. 30).

Do mesmo modo, ao confrontar a Tabela 13 e a Tabela 14, é possível notar que as produtividades da CCU da NOVACAP foram mantidas.

Já com relação aos insumos, nem todos eles foram obtidos de seus correspondentes no SINAPI para a data-base não desonerada de 06.2020. É o caso da “VIGA EM MADEIRA 6,0 X 12,0 CM” (Código 2103 da Tabela 14) e do “PRANCHÃO EM MADEIRA 3" X 12" (Código 2107 da Tabela 14), ambos insumos do Relatório Analítico da Base NOVACAP. Quanto a esses dois insumos de materiais, verifica-se no orçamento base (SEI nº 52939364, p. 30) que foi procedido um ajuste de preços a partir de Índice Nacional da Construção Civil – INCC, da Fundação Getúlio Vargas – FGV, para a data-base da planilha orçamentária.

Inobstante a manutenção desses dois insumos originais da NOVACAP, ainda que tenha havido ajustes de INCC (cujos índices não estão discriminados no orçamento base), defende-se que, em se tratando de pontaleamentos, esses não são insumos adequados. Explica-se.

No tocante ao “PRANCHÃO”, que, à luz das normas da ABNT, corresponderia à longarina (viga) dos escoramentos descontínuos, já foi esclarecida a sua desnecessidade, motivo pelo qual ele é **indevido**.

Já quanto à “VIGA EM MADEIRA 6,0 X 12,0 CM”, entende-se que ela cumpriria o papel da escora (estronca). E, como já descrito anteriormente também nos termos das normas da ABNT, o insumo indicado para esse elemento estrutural seria a “MADEIRA ROLIÇA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)” (Código 2736 do SINAPI).

Por fim, em se tratando do insumo de equipamento “*ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS [...]*” (Código 88907 do SINAPI da Tabela 14) ilustrado na Figura 12, afirma-se que, com base na metodologia executiva dos escoramentos descontínuos de madeira descrita no subitem I.5.1 do Anexo I, não há necessidade alguma de utilização de equipamento, pois apenas serão necessários os materiais e a mão de obra dos profissionais envolvidos para a instalação e retirada dos escoramentos descontínuos de madeira. Portanto, trata-se de um insumo **indevido**.

Figura 12 – Escavadeira hidráulica sobre esteiras.



Fonte: Caterpillar.

Com isso, é possível obter a seguinte CCU paradigma para pontaleamento de valas com profundidade de **7,0 m a 10,0 m**:

Tabela 15 – CCU paradigma para escoramento pontaleado – sem uso de longarinas (vigas) – para valas com profundidade de 7,0 a 10,0 m.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4349 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,333333	R\$ 22,30	R\$ 7,43
SINAPI-C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,333333	R\$ 16,58	R\$ 5,53
SINAPI-I	20247	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,010000	R\$ 11,34	R\$ 0,11
SINAPI-I	6189	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,200000	R\$ 15,32	R\$ 3,06



Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4340 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-I	2736	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 20 A 24 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	0,380000	R\$ 7,43	R\$ 2,82
Custo Unitário Global						R\$ 18,96
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 22,82

Fonte: SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Assim sendo, para valas com profundidade de 7,0 m a 10,0 m, a CCU paradigma da auditoria para escoramento pontaleteado – sem uso de longarinas (vigas) (Tabela 15) – é cerca de 48,93% menos onerosa que a CCU do orçamento base da licitação (Tabela 14).

Potencial superfaturamento

Enfim, ao computar os quantitativos estimados no orçamento base (SEI nº 52939364, p. 6), obtém-se a seguinte comparação entre preços do orçamento base da licitação e do paradigma da auditoria:

Tabela 16 – Comparação entre preços do orçamento base e do paradigma da auditoria.

Item Curva ABC	Descrição	Quantidade (A)	Custo Unitário Orç. Base (B1)	Custo Unitário Paradigma (B2)	Subtotal Orç. Base (C1=AxB1)	Subtotal Paradigma (C2=AxB2)
35	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade até 4,0 m	13.280,79 m ²	R\$ 20,10	R\$ 14,36	R\$ 266.897,24	R\$ 190.721,71
9	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 4,0 a 7,0 m	44.111,92 m ²	R\$ 26,14	R\$ 17,11	R\$ 1.152.942,37	R\$ 754.726,73
10	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 7,0 a 10,0 m	30.014,37 m ²	R\$ 37,12	R\$ 18,96	R\$ 1.114.257,18	R\$ 569.096,08
Custo Global					R\$ 2.534.096,79	R\$ 1.514.544,52
Preço Global (com BDI de 20,34%)					R\$ 3.049.532,08	R\$ 1.822.602,87

Fonte: Orçamento base da licitação (SEI nº 52939364, p. 6).

Diante dos preços globais (já com BDI de 20,34%) da Tabela 16, verifica-se um **sobrepreço por preço unitário de R\$ 1.226.929,20** (R\$ 3.049.532,08 - R\$ 1.822.602,87).

A seu turno, ao proceder a mesma análise, desta vez, em relação aos preços contratados, obtém-se o seguinte:

Tabela 17 – Comparação entre preços contratados e do paradigma da auditoria.

Item Curva ABC	Descrição	Quantidade (A)	Custo Unitário Contratado (B1)	Custo Unitário Paradigma (B2)	Subtotal Contratado (C1=AxB1)	Subtotal Paradigma (C2=AxB2)
35	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade até 4,0 m	13.280,79 m ²	R\$ 15,09	R\$ 14,36	R\$ 200.407,12	R\$ 190.721,71
9	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 4,0 a 7,0 m	44.111,92 m ²	R\$ 19,05	R\$ 17,11	R\$ 840.332,08	R\$ 754.726,73
10	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 7,0 a 10,0 m	30.014,37 m ²	R\$ 26,45	R\$ 18,96	R\$ 793.880,09	R\$ 569.096,08
Custo Global					R\$ 1.834.619,28	R\$ 1.514.544,52
Valor Global Contratado (com BDI de 15,01%)					R\$ 2.109.995,64	-
Preço Global Paradigma (com BDI de 20,34%)					-	R\$ 1.822.602,87

Fonte: Carta nº 035/2021, de 10.05.2021 (SEI nº 61752200, p. 13).

Ao analisar a Tabela 17, do confronto entre o preço global paradigma de **R\$ 1.822.602,87** (já com BDI de 20,34%) e o valor global contratado de **R\$ 2.109.995,64** (já com BDI de 15,01%, consoante discriminado no SEI nº 61752351, p. 134), encontra-se um **potencial superfaturamento total de R\$ 287.392,77** (R\$ 2.109.995,64 - R\$ 1.822.602,87), caso a totalidade originalmente prevista dos serviços seja executada.

Imprescindível destacar que as dimensões das peças de madeira preconizadas pelas normas da ABNT, as quais foram adotadas nos insumos paradigmas, referem-se apenas a **especificações mínimas** de segurança para a contenção das paredes laterais durante a escavação das valas. **Não significa dizer que elas serão suficientes em todo tipo de escavação, muito menos para a obra em questão**, pois, como salientado no Anexo I, todos os casos de escavação necessitam da análise de profissional legalmente habilitado, sobretudo no que toca aos aspectos geológico-geotécnicos.

Não fosse assim, o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), corroborado pelo disposto no item 2.2.2.5, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), bem como na alínea “b”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP, não teria disposto que “*A Empreiteira é responsável pela elaboração dos projetos de escoramento e da sua aplicação*”, sendo que, “*De comum acordo com o Engenheiro Fiscal*”, “*deverá contratar um calculista de renome, especialista no assunto, para elaboração dos projetos*” (grifo nosso). Logo, reforça-se a necessidade de exigir o implemento desse encargo por parte do executante.

Segurança do trabalho

Ainda que a atuação dos sistemas de controle previstos no “caput”, do art. 70, da Constituição Federal, de 1988, bem como no “caput”, do art. 77, da Lei Orgânica do Distrito Federal – LODF, esteja permeada pelo “*princípio da proteção ao erário*”, suscitado por Jacoby Fernandes (2013), entende-se que as fiscalizações de obras públicas não podem ficar adstritas ao aspecto financeiro *lato sensu*, tampouco apenas sobre o aspecto da economicidade.

Por isso, é relevante recordar que, segundo o inciso VI, do art. 12, da Lei Federal nº 8.666, de 1993, com redação dada pela Lei Federal nº 8.883, de 1994, trata-se de requisito para a elaboração de projetos de obras e serviços de engenharia a adoção de normas técnicas, de saúde e de segurança do trabalho adequadas.

Só que essas normas não devem ser obedecidas apenas durante a elaboração dos projetos, mas também durante toda a execução das obras de engenharia. Nesse sentido, tendo-se em conta que os executantes têm a obrigação legal de cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho[18], inclusive as dispostas em código de obras locais[19], releva destacar que cabe ao responsável técnico pela execução de obras públicas ou particulares executadas em todo o território do Distrito Federal[20]:

- Adotar medidas de segurança para resguardar a integridade dos bens públicos e privados que possam ser afetados pela obra até sua conclusão;
- Atender às condições de segurança e uso de equipamentos apropriados por todo aquele que esteja presente no canteiro de obras; e
- Garantir a estabilidade do solo no canteiro de obras.

Inclusive, o movimento de terra deve ser executado mediante a adoção de medidas técnicas de segurança que garantam a estabilidade e a integridade das edificações, das propriedades vizinhas, das áreas públicas e das redes de infraestrutura urbana[21]. Ou seja, as

intervenções no meio urbano devem garantir a segurança, a acessibilidade e a integridade dos operários, da população, dos veículos, do patrimônio público, dos recursos hídricos, do saneamento básico e do meio ambiente[22].

Para se ter ideia da relevância desse assunto, serão demonstrados casos recentes de acidentes do trabalho em obras de engenharia envolvendo a escavação de valas segundo informações veiculadas na mídia.

O primeiro caso, e mais recente, datado de 27.10.2021, ocorreu em um trecho da Rodovia BR-230, em Cabedelo, um dos Municípios da Região Metropolitana de João Pessoa, no Estado da Paraíba, em uma “obra de execução da rede de drenagem” (Figura 13).

Figura 13 – “Trabalhadores são soterrados em obra do exército na BR-230”.



Fonte: Youtube, TV Tambaú, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SJ8X1JINaao&t=20s>. Acesso em: 10.11.2021.

Segundo matéria do *GI* veiculada no dia 04.11.2021[23], dois operários foram soterrados nessa obra durante a escavação de uma vala, sendo que um deles veio a óbito. Em complemento, consoante a matéria jornalística do *ClickPB* veiculada em 05.11.2021[24], houve expedição de um laudo técnico por parte do Ministério Público da União – MPU, que “evidenciou irregularidades relativas à segurança para escavações, tendo em vista que na vala onde ocorreu o acidente as ‘paredes laterais não estavam estabilizadas’, além da ‘falta de elaboração e implementação de programa preventivo de segurança que considere os riscos das atividades’”.

Já no cenário distrital, segundo matéria do *Metrópoles*, de 11.05.2021, em “uma obra de impermeabilização na parede [cortina] da garagem subterrânea” na Área Octogonal Sul (Figura 14), foi feita a escavação de “uma vala de cerca de três metros de profundidade em que estavam seis operários trabalhando”. Ocorre que “houve o rompimento da tubulação de água” e “a água atingiu a parede de terra”, de modo que “a terra desceu e atingiu dois trabalhadores”, sendo que “apenas um ficou com a parte inferior do corpo coberta pela terra.”

Figura 14 – “Operários são soterrados após rompimento de tubulação na Octogonal”.



Fonte: *Metrópoles*, disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/operarios-sao-soterrados-apos-rompimento-de-tubulacao-na-octogonal>. Acesso em: 10.11.2021.

Por fim, ainda no Distrito Federal, de acordo com reportagem do *GI*, de 08.06.2021, em uma obra “de captação de águas pluviais” na CLNW 8/9 do Setor Noroeste (Figura 15), “Dois operários foram soterrados”, sendo que um deles “ficou enterrado até a altura do peito e morreu antes que os socorristas conseguissem retirá-lo”. Já o outro operário “teve uma perna parcialmente coberta pela terra” e “foi retirado do local pelos bombeiros, sem ferimentos.”

Figura 15 – “Operário morre soterrado em obra no Setor Noroeste, em Brasília”.



Fonte: *GI*, disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2021/06/08/operario-morre-soterrado-em-obra-no-setor-noroeste-em-brasilia.ghtml>. Acesso em: 10/11/2021.

Segundo agente público que esteve no local, tratava-se de “uma escavação a céu aberto, a uma profundidade razoável, mais de três metros de profundidade”, que “não estava seguindo as normas de segurança de escavação”. Como salientado por ele, “Quando a gente corta um terreno, é necessário, a partir de uma determinada profundidade, conter o maciço de terra, conter o talude com escoramentos. E aqui não tem o menor indicio de escoramentos”.



Ou seja, nos três casos supracitados, houve acidentes envolvendo operários durante a execução de serviços em escavações de valas. O que denota a relevância de um bom planejamento e de uma boa execução de sistemas de escoramento nas escavações a céu aberto.

Sobre a ocorrência de acidentes envolvendo escavações, é válido citar as principais causas (SESI/DN, 2019, p. 24):

A ocorrência de acidentes em escavações ocorre principalmente pelo **desconhecimento das características do solo a ser escavado, quanto à sua estabilidade**, e pelos impactos causados pelas influências e fatores externos à obra. (grifo nosso)

Fornecimento de galerias de concreto armado

Igualmente, durante a aplicação de procedimentos de auditoria nos itens de serviços arrolados na Tabela 2, constatou-se sobrepreço por preço unitário nos itens n^{os} 12, 5 e 2 da “CURVA ABC”:

- “ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1,50 X 1,50 M (L X A), C = 1,00 M, E = 20 CM” (Código 37476 do SINAPI);
- “ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1,80 X 1,80 M (L X A), C = 1,00 M, E = 20 CM” (Média entre os códigos 37476 e 37478 do SINAPI); e
- “ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 3,00 X 3,00 M (L X A), C = 1,00 M, E = 20 CM” (Código 37479 do SINAPI).

Por isso, decidiu-se estender a análise para os itens n^{os} 21 e 30 da “CURVA ABC” “ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2,20 X 2,20 M (L X A), C = 1,00 M, E = 20 CM” (Código 37478 do SINAPI) e “ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2,40 X 2,40 M (L X A), C = 1,00 M, E = 20 CM” (Código 37477 do SINAPI), respectivamente, ainda que eles não integrassem a amostra inicial (Tabela 2), haja vista guardarem pertinência com os demais e, juntos, comporem a totalidade do item 5.7 “FORNECIMENTO DE GALERIA DE CONCRETO” do orçamento base da licitação (SEI n^o 52939364, p. 7).

Assim, em síntese, foram especificados cinco itens de serviço de fornecimento de aduelas (galerias celulares) de concreto armado^[25] com as seguintes seções (altura e largura internas):

1. Aduela de 1,50 m x 1,50 m (Código 37476 do SINAPI);
2. Aduela de 1,80 m x 1,80 m (Média entre os códigos 37476 e 37478 do SINAPI);
3. Aduela de 2,20 m x 2,20 m (Código 37478 do SINAPI);
4. Aduela de 2,40 m x 2,40 m (Código 37477 do SINAPI); e
5. Aduela de 3,00 m x 3,00 m (Código 37479 do SINAPI).

Como se nota, para esses cinco itens, foram associados custos de insumos do SINAPI. Entretanto, ao recorrer ao sistema de referência em busca dos custos desses insumos para a data-base de referência, verificou-se que nem todas as dimensões elencadas constam do rol de insumos do sistema, mas apenas as seções de 1,50 m x 1,50 m e de 3,00 m x 3,00 m, consoante disposto na Figura 16.

Figura 16 – Preços de insumos de aduelas (galerias celulares) de concreto armado.

PREÇOS DE INSUMOS

Página: 6 / 137

Indicação da origem do preço:

- C – para preço coletado pelo IBGE
- CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);
- AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.

Mês de Coleta: 06/2020

Pesquisa: IBGE

Localidade: BRASILIA

Encargos Sociais (%)

Horista: 112,85

Mensalista: 72,54

Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)
00037476	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1.50 X 1.50 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM	UN	CR	2.231,13
00037478	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2.00 X 2.00 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM	UN	CR	3.156,46
00037477	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2.50 X 2.50 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM	UN	CR	3.862,39
00037479	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 3.00 X 3.00 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM	UN	CR	4.829,48

Fonte: adaptado do Caderno “PREÇOS DE INSUMOS” do SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Por sua vez, ao consultar o Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), observou-se das “PLANILHAS DE CÁLCULO” (p. 16/28) que o Projeto Hidráulico das aduelas previu as seções de 1,65 m x 1,65 m, 1,80 m x 1,80 m, 2,20 m x 2,20 m, 2,40 m x 2,40 m e 3,00 m x 3,00 m, segundo disposto no Anexo III.

Assim sendo, ao comparar as dimensões de aduelas especificadas nos documentos técnicos em torno do certame (Tabela 18), observa-se que o orçamento base previu a seção de



1,50 m x 1,50 m em detrimento da seção de 1,65 m x 1,65 m, prevista no Projeto Hidráulico. A mais disso, com exceção da seção de 3,00 m x 3,00 m, todas as outras dimensões projetadas não estão previstas no SINAPI.

Tabela 18 – Dimensões de aduelas especificadas nos documentos técnicos.

Dimensões de Projeto	Dimensões do Orçamento	Dimensões do SINAPI
1,65 m x 1,65 m	1,50 m x 1,50 m	1,50 m x 1,50 m
1,80 m x 1,80 m	1,80 m x 1,80 m	-
2,20 m x 2,20 m	2,20 m x 2,20 m	2,00 m x 2,00 m
2,40 m x 2,40 m	2,40 m x 2,40 m	2,50 m x 2,50 m
3,00 m x 3,00 m	3,00 m x 3,00 m	3,00 m x 3,00 m

Logo, à luz dos insumos previstos no SINAPI, a única seção prevista **em projeto** que teria custo unitário de referência disponível seria 3,00 m x 3,00 m, isto é, não haveria custos referenciais para as seções de 1,65 m x 1,65 m, 1,80 m x 1,80 m, 2,20 m x 2,20 m e 2,40 m x 2,40 m.

A razão para o SINAPI não possuir as dimensões especificadas no Projeto de Drenagem será esclarecida no Ponto de Auditoria 3.2.1 “*DESATUALIZAÇÃO DE PROJETOS-TIPO DA NOVACAP REFERENTES A ADUELAS DE CONCRETO ARMADO*”, em que será analisado o atual estágio dos projetos estruturais padronizados de aduelas de concreto armado da NOVACAP.

Para o presente Ponto de Auditoria, importa apenas obter os custos unitários paradigmas de aduelas pré-moldadas que considerem as dimensões previstas no Projeto de Drenagem, as quais correspondem a algumas das seções padronizadas da NOVACAP. Inobstante, remete-se o leitor ao Ponto de Auditoria 3.2.1 e ao Anexo II para elucidar alguns pormenores que serão suprimidos neste Ponto de Auditoria por questões de síntese.

Custos unitários paradigmas

Ao consultar o “Relatório Sintético de Materiais” do SICRO para a data-base do orçamento base, viu-se que o sistema de referência apresenta um rol de Bueiros Simples Celulares de Concreto – BSCC pré-moldados adquiridos comercialmente, que equivalem às aduelas de concreto armado pré-moldadas (subitem II.1 do Anexo II):



Figura 17 – Custos unitários de aduelas pré-moldadas comerciais.

CGCIT	SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO	DNIT	
Distrito Federal - Janeiro/2020			
Código	Descrição	Unidade	Preço Unitário (R\$)
M2700	BSCC - seção de 1,5 m x 1,5 m - tipo I - pré-moldado comercial	m	1.667,2457
M2701	BSCC - seção de 1,5 m x 1,5 m - tipo II - pré-moldado comercial	m	1.679,5778
M2702	BSCC - seção de 1,5 m x 1,5 m - tipo III - pré-moldado comercial	m	1.713,9586
M2703	BSCC - seção de 1,5 m x 1,5 m - tipo IV - pré-moldado comercial	m	1.768,5291
M2704	BSCC - seção de 1,5 m x 1,5 m - tipo V - pré-moldado comercial	m	2.036,9713
M2705	BSCC - seção de 1,5 m x 1,5 m - tipo VI - pré-moldado comercial	m	2.083,8847
M2706	BSCC - seção de 1,5 m x 1,5 m - tipo VII - pré-moldado comercial	m	2.140,9761
M2707	BSCC - seção de 2,0 m x 2,0 m - tipo I - pré-moldado comercial	m	2.416,6888
M2708	BSCC - seção de 2,0 m x 2,0 m - tipo II - pré-moldado comercial	m	2.421,7577
M2709	BSCC - seção de 2,0 m x 2,0 m - tipo III - pré-moldado comercial	m	2.480,9656
M2710	BSCC - seção de 2,0 m x 2,0 m - tipo IV - pré-moldado comercial	m	2.699,2096
M2711	BSCC - seção de 2,0 m x 2,0 m - tipo V - pré-moldado comercial	m	2.700,6853
M2712	BSCC - seção de 2,0 m x 2,0 m - tipo VI - pré-moldado comercial	m	2.764,7193
M2713	BSCC - seção de 2,0 m x 2,0 m - tipo VII - pré-moldado comercial	m	2.997,5634
M2714	BSCC - seção de 2,5 m x 2,5 m - tipo I - pré-moldado comercial	m	3.124,8341
M2715	BSCC - seção de 2,5 m x 2,5 m - tipo II - pré-moldado comercial	m	3.150,7173
M2716	BSCC - seção de 2,5 m x 2,5 m - tipo III - pré-moldado comercial	m	3.339,7729
M2717	BSCC - seção de 2,5 m x 2,5 m - tipo IV - pré-moldado comercial	m	3.451,6101
M2718	BSCC - seção de 2,5 m x 2,5 m - tipo V - pré-moldado comercial	m	3.488,1616
M2719	BSCC - seção de 2,5 m x 2,5 m - tipo VI - pré-moldado comercial	m	3.808,9521
M2720	BSCC - seção de 2,5 m x 2,5 m - tipo VII - pré-moldado comercial	m	3.887,8152
M2721	BSCC - seção de 3,0 m x 3,0 m - tipo I - pré-moldado comercial	m	3.993,6582
M2722	BSCC - seção de 3,0 m x 3,0 m - tipo II - pré-moldado comercial	m	4.664,1883
M2723	BSCC - seção de 3,0 m x 3,0 m - tipo III - pré-moldado comercial	m	4.738,4055
M2724	BSCC - seção de 3,0 m x 3,0 m - tipo IV - pré-moldado comercial	m	4.844,3291
M2725	BSCC - seção de 3,0 m x 3,0 m - tipo V - pré-moldado comercial	m	4.994,0925
M2726	BSCC - seção de 3,0 m x 3,0 m - tipo VI - pré-moldado comercial	m	5.094,7496
M2727	BSCC - seção de 3,0 m x 3,0 m - tipo VII - pré-moldado comercial	m	6.121,4156

Fonte: adaptado do “Relatório Sintético de Materiais”, do SICRO (data-base 01.2020).

De acordo com o “*MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES*” do DNIT, “*VOLUME 10 – MANUAIS TÉCNICOS*”, “*CONTEÚDO 05 – DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES*”, de 2017, a tipificação desses BSCC ocorre em função das dimensões internas da seção transversal e da altura do aterro sobre a laje superior das aduelas, da seguinte maneira:

a. Dimensões internas da seção transversal das aduelas:

- 1,50 m x 1,50 m;
- 2,00 m x 2,00 m;
- 2,50 m x 2,50 m; e
- 3,00 m x 3,00 m.

b. Altura do aterro sobre a laje superior das aduelas:

- Tipo I – Aterro mínimo de 0,00 m e máximo de 1,00 m;
- Tipo II – Aterro mínimo de 1,00 m e máximo de 2,50 m;

- Tipo III – Aterro mínimo de 2,50 m e máximo de 5,00 m;
- Tipo IV – Aterro mínimo de 5,00 m e máximo de 7,50 m;
- Tipo V – Aterro mínimo de 7,50 m e máximo de 10,00 m;
- Tipo VI – Aterro mínimo de 10,00 m e máximo de 12,50 m; e
- Tipo VII – Aterro mínimo de 12,50 m e máximo de 15,00 m.

Assim sendo, é fácil notar que as dimensões das aduelas previstas no SICRO são as mesmas do SINAPI arroladas na Figura 16, com a diferença de que o SICRO vai além ao discriminar sete alturas de solo de recobrimento[26] para cada uma das seções de aduelas pré-moldadas.

Para obter os custos unitários referenciais para as seções-padrão da NOVACAP descritas no Ponto de Auditoria 3.2.1, foi feita uma interpolação[27] com o *software Microsoft Excel* a partir da aplicação de uma linha de tendência polinomial de grau três (equação do terceiro grau) com os custos unitários descritos na Figura 17 para cada um dos sete tipos de aterro (Anexo IV). Como resultado, obteve-se:

Tabela 19 – Interpolação de custos unitários de BSCC pré-moldados comerciais do SICRO.

Tipo de Aterro	Seção	Código SICRO	Custo Unitário (R\$/m)	Equação do Terceiro Grau
I	1,50 m x 1,50 m	M2700	1.667,25	$y = 269,3.x^3 - 1698,4.x^2 + 4952,3.x - 2848,6$
	2,00 m x 2,00 m	M2707	2.416,69	
	2,50 m x 2,50 m	M2714	3.124,83	
	3,00 m x 3,00 m	M2721	3.993,66	
	1,65 m x 1,65 m	-	1.908,53	
	1,80 m x 1,80 m	-	2.133,28	
	2,20 m x 2,20 m	-	2.693,71	
	2,40 m x 2,40 m	-	2.976,94	
II	1,50 m x 1,50 m	M2701	1.679,58	$y = 1063,6.x^3 - 6408,3.x^2 + 14075.x - 8603,6$
	2,00 m x 2,00 m	M2708	2.421,76	
	2,50 m x 2,50 m	M2715	3.150,72	
	3,00 m x 3,00 m	M2722	4.664,19	
	1,65 m x 1,65 m	-	1.951,38	
	1,80 m x 1,80 m	-	2.171,42	
	2,20 m x 2,20 m	-	2.670,44	
	2,40 m x 2,40 m	-	2.967,80	
	1,50 m x 1,50 m	M2702	1.713,96	
	2,00 m x 2,00 m	M2709	2.480,97	
	2,50 m x 2,50 m	M2716	3.339,77	



Tipo de Aterro	Seção	Código SICRO	Custo Unitário (R\$/m)	Equação do Terceiro Grau
III	3,00 m x 3,00 m	M2723	4.738,41	$y = 597,37.x^3 - 3400,6.x^2 + 7910,5.x - 4516,5$
	1,65 m x 1,65 m	-	1.961,15	
	1,80 m x 1,80 m	-	2.188,32	
	2,20 m x 2,20 m	-	2.788,49	
	2,40 m x 2,40 m	-	3.139,29	
IV	1,50 m x 1,50 m	M2703	1.768,53	$y = 1091,5.x^3 - 6905,3.x^2 + 15934.x - 10279$
	2,00 m x 2,00 m	M2710	2.699,21	
	2,50 m x 2,50 m	M2717	3.451,61	
	3,00 m x 3,00 m	M2724	4.844,33	
	1,65 m x 1,65 m	-	2.115,58	
	1,80 m x 1,80 m	-	2.394,66	
	2,20 m x 2,20 m	-	2.976,44	
2,40 m x 2,40 m	-	3.276,97		
V	1,50 m x 1,50 m	M2704	2.036,97	$y = 792,92.x^3 - 4510.x^2 + 9777,9.x - 5158,5$
	2,00 m x 2,00 m	M2711	2.700,69	
	2,50 m x 2,50 m	M2718	3.488,16	
	3,00 m x 3,00 m	M2725	4.994,09	
	1,65 m x 1,65 m	-	2.258,46	
	1,80 m x 1,80 m	-	2.453,63	
	2,20 m x 2,20 m	-	2.967,49	
2,40 m x 2,40 m	-	3.292,19		
VI	1,50 m x 1,50 m	M2705	2.083,88	$y = -162,44.x^3 + 1701,5.x^2 - 3090,8.x + 3440,1$
	2,00 m x 2,00 m	M2712	2.764,72	
	2,50 m x 2,50 m	M2719	3.808,95	
	3,00 m x 3,00 m	M2726	5.094,75	
	1,65 m x 1,65 m	-	2.242,91	
	1,80 m x 1,80 m	-	2.442,17	
	2,20 m x 2,20 m	-	3.145,94	
2,40 m x 2,40 m	-	3.577,25		
VII	1,50 m x 1,50 m	M2706	2.140,98	$y = 1746,2.x^3 - 10410.x^2 + 21996.x - 13324$
	2,00 m x 2,00 m	M2713	2.997,56	
	2,50 m x 2,50 m	M2720	3.887,82	
	3,00 m x 3,00 m	M2727	6.121,42	
	1,65 m x 1,65 m	-	2.472,32	
	1,80 m x 1,80 m	-	2.724,24	
	2,20 m x 2,20 m	-	3.276,34	
2,40 m x 2,40 m	-	3.644,27		

Fonte: "Relatório Sintético de Materiais" do SICRO (data-base 01.2020, Distrito Federal).

Encontrados os custos unitários das seções-tipo da NOVACAP para as diversas alturas de aterro, resta fazer agora o cômputo das extensões dos trechos de rede (extensão entre poços de visita – PV) descritos no Anexo III para cada um dos tipos de recobrimento de solo, a fim de obter o preço global paradigma das aduelas pré-moldadas:

Tabela 20 – Extensões de rede por tipo de aterro.

Seção	Extensão Total	Extensões de Rede por Tipo de Aterro						
		Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI	Tipo VII
1,65 m x 1,65 m	492,30 m	0,00 m	0,00 m	439,20 m	53,10 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m
1,80 m x 1,80 m	862,17 m	0,00 m	230,24 m	571,66 m	60,27 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m
2,20 m x 2,20 m	180,00 m	60,00 m	120,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m
2,40 m x 2,40 m	94,99 m	19,65 m	75,34 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m
3,00 m x 3,00 m	1305,45 m	60,00 m	0,00 m	825,45 m	420,00 m	0,00 m	0,00 m	0,00 m

Logo, da multiplicação dos custos unitários descritos na Tabela 19 pelas extensões de rede da Tabela 20, obtêm-se os seguintes custos globais por seção de aduela pré-moldada:

Tabela 21 – Custos globais por seção.

Seção	Custos Globais Paradigmas por Tipo de Aterro							Subtotal Paradigma
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V	Tipo VI	Tipo VII	
1,65 m x 1,65 m	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 861.338,05	R\$ 112.337,04	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 973.675,09
1,80 m x 1,80 m	R\$ 0,00	R\$ 499.948,48	R\$ 1.250.973,78	R\$ 144.325,92	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 1.895.248,17
2,20 m x 2,20 m	R\$ 161.622,62	R\$ 320.452,90	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 482.075,52
2,40 m x 2,40 m	R\$ 58.496,86	R\$ 223.593,93	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 282.090,79
3,00 m x 3,00 m	R\$ 239.619,49	R\$ 0,00	R\$ 3.911.316,82	R\$ 2.034.618,22	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 6.185.554,53

E ao computar o BDI diferenciado de 11,10% (SEI nº 52939364, p. 120) e confrontar com o orçamento base da licitação (SEI nº 52939364, p. 7), encontra-se um **sobrepço por preço unitário de R\$ 935.402,37**, conforme elucidado na Tabela 22.

Tabela 22 – Sobrepço por preço unitário das aduelas de concreto armado pré-moldadas.

Seção	Subtotal Orç. Base (A)	Subtotal Paradigma (B)	Diferença (com BDI de 11,10%) [C = (A-B) x 1,111]
1,65 m x 1,65 m	R\$ 1.098.385,30	R\$ 973.675,09	R\$ 138.553,04
1,80 m x 1,80 m	R\$ 2.322.509,24	R\$ 1.895.248,17	R\$ 474.687,04
2,20 m x 2,20 m	R\$ 568.162,80	R\$ 482.075,52	R\$ 95.642,97
2,40 m x 2,40 m	R\$ 366.888,43	R\$ 282.090,79	R\$ 94.210,18



Seção	Subtotal Orç. Base (A)	Subtotal Paradigma (B)	Diferença (com BDI de 11,10%) [C = (A-B) x 1,111]
3,00 m x 3,00 m	R\$ 6.304.644,67	R\$ 6.185.554,53	R\$ 132.309,14
Totais	10.660.590,43	R\$ 9.818.644,11	R\$ 935.402,37

Em face de todo o exposto, demonstrou-se um **sobrepço por preço unitário de R\$ 2.162.331,57 no orçamento base da licitação**, sendo R\$ 1.226.929,20 decorrente de itens de serviço de escoramento de valas para assentamento de redes de drenagem e R\$ 935.402,37 de itens de fornecimento de aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas.

Manifestação da Unidade Auditada

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas à SODF no dia 06.04.2022, por meio do IAC nº 1/2022 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 82581114), a Secretaria, mediante o Ofício nº 1250/2022 – SODF/GAB/ASSESP, de 18.05.2022 (SEI nº 86702698), encaminhou “*os esclarecimentos prestados pela Área Técnica*” consignados no Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 17.05.2022 (SEI nº 86663915).

Manifestação quanto aos campos “Fato” e “Causa”

Não houve propriamente uma manifestação “*quanto à procedência, ou não, dos registros consignados nos campos ‘fato’ e ‘causa’ dos subitens do IAC*”, consoante demandado no Ofício nº 412/2022 – CGDF/SUBCI, de 06.04.2022 (SEI nº 83839388). Mas apenas uma breve manifestação da Subsecretaria de Projetos Orçamento e Planejamento de Obras – SUPOP, no sentido de que se estava “*avaliando os levantamentos da IAC e tecendo Relatório Técnico, sobre a constatação de elaboração de orçamento*”, vez que esse “*Relatório Técnico*” não iria “*produzir a efetiva resposta às questões elencadas nos tópicos 3.1.1. e 3.2.1*” (SEI nº 85308164).

Manifestação quanto às recomendações “R.1” e “R.2”, ambas do IAC

Quanto às recomendações “*R.1*” e “*R.2*”, ambas do Informativo de Ação de Controle e direcionadas à SODF, que tratam, respectivamente, sobre a elaboração e a entrega de projeto executivo de escoramento, acompanhado de memória de cálculo e ART, bem como acerca da necessidade de avaliar se os serviços de escoramento serão executados conforme previsto no referido projeto executivo e nas respectivas composições de referência, com vistas a evitar o potencial superfaturamento apurado, a Secretaria se manifestou da seguinte forma:



Considerando as informações constantes do IAC, **se fez necessário estendermos essa avaliação à supervisora, Consórcio STE/ATP/PRISMA-BRT contratada conforme CT. 025/2021 - SODF**, cujo objeto é a Prestação de Serviços de Supervisão das Obras de Reformulação do Sistema Viário na Estrada do Setor Policial Militar - ESPM, no trecho entre a interseção EPIG/ESPM e o viaduto W3 Sul, para Implantação de Corredor Exclusivo de Transporte Público Coletivo no Sistema BRT (*Bus Rapid Transit*), denominado Corredor Eixo Oeste. É atribuições da SUPERVISORA previsto no Termo de Referência (EDITAL DE TOMADA DE PREÇOS no 007/2020 - DECOMP/DA), a supervisão geral das Obras de Reformulação do Sistema Viário na Estrada do Setor Policial Militar - ESPM.

Considerando a **avaliação conjunta**, conforme Carta CTA-ESPM-BSB-043/2022 - (86663761) e projeto de Escoramento ESPM - CT. 022/2021 - (86677953), com a mencionada supervisora passamos a responder as Recomendações nº R1, R2 e R4, então vejamos:

R1:

"O Consórcio G5-ESPM está concretizando uma revisão do projeto executivo de escoramento de valas, conforme preveem os itens 4.1.6 da NBR 12.266/1992, 4.5.13 da NBR 15.645/2020 e com a composição dos itens de escoramento do processo licitatório, **com a apresentação da memória de cálculo e da ART** (Anotação de Responsabilidade Técnica) do profissional, A previsão para apresentação da revisão do projeto de escoramento de vala é para 20/05/2022."

R2:

"A Supervisora informa que está atenta da necessidade da avaliação dos serviços de escoramento de vala, que serão executados conforme previsto no projeto executivo e dos insumos previstos nas composições de preços dos itens, bem como, garantir que não haja eventual alteração da metodologia executiva."

[...]

Esta UNEOBRAS - Unidade Especial de Execução de Obras, corrobora com as respostas acima, esclarecendo que a fiscalização está atenta as recomendações do IAC, bem como as especificações e projetos que se fizerem necessária ao bom andamento e segurança da obra em questão (Despacho – SODF/SUAF/UNEOBRAS, de 17.05.2022, SEI nº 86663915, grifo nosso)

Ou seja, o Órgão estendeu a avaliação à supervisora das obras e corroborou com as respostas dela, *"esclarecendo que a fiscalização está atenta as recomendações do IAC"*.

Primeiramente em relação à recomendação "R.1", informa-se que só foi possível verificar a inclusão do "PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA" elaborado e entregue pelo executante nos autos do Processo SEI nº 00480-00003963/2021-24 (mais especificamente no Documento SEI nº 86677953), destinado às tratativas da equipe de auditoria com a SODF durante a auditoria. Só que a recomendação "R.1" indicava que ele fosse acostado *"nos autos do processo da Concorrência nº 016/2020 – DECOMP/DA"*, qual seja, o Processo SEI nº 00110-00002168/2020-28 (tal como, inclusive, consignado no próprio carimbo[28] da prancha de desenho[29]). Entretanto, como o acesso externo ao referido processo foi disponibilizado à equipe de auditoria somente até o dia 28.10.2021 (SEI nº 70902465), não foi possível verificar se a recomendação foi atendida nesse quesito.



A mais disso, salienta-se que **não foram encontradas** nem a **memória de cálculo** que suportasse o detalhamento constante do projeto, nem a **ART** do profissional responsável pelo projeto.

No tocante à ausência da memória de cálculo, frise-se que a recente NBR 17015:2022 da ABNT[30] enfatiza que o projeto deve conter, minimamente, “*o dimensionamento e o detalhamento do tipo de escoramento, a memória de cálculo e o método executivo, atendendo às Normas Brasileiras aplicáveis*”. Nesse sentido, como o sistema de escoramento deverá empregar a madeira como material estrutural, então a norma NBR 7190 da ABNT é particularmente aplicável, pois ela estabelece os requisitos gerais de projeto e execução de construções a serem realizadas, total ou parcialmente, em madeira, sendo que o projeto deve ser composto por memorial justificativo, desenhos e, quando há particularidades de projeto que interfiram na construção, por plano de execução.[31]

No tocante ao memorial justificativo, a NBR 7190-1 da ABNT estabelece que ele deve conter os seguintes elementos: a) descrição do arranjo global tridimensional da estrutura; b) ações e condições de carregamento admitidas, incluídos os percursos de cargas móveis; c) esquemas adotados na análise dos elementos estruturais e identificação de suas peças; d) análise estrutural; e) propriedades dos materiais; f) dimensionamento e detalhamento esquemático das peças estruturais; e g) dimensionamento e detalhamento esquemático das emendas, uniões e ligações.[32]

Logo, em se tratando de estruturas de madeira, não apenas a memória de cálculo é obrigatória, como também o memorial justificativo, dado que este, em certa medida, contém aquela. Inclusive, como salientado no subitem I.3 do Anexo I, a exigência de memória de cálculo já estava disposta na antiga NBR 12266:1992 da ABNT.

Ademais, a novel NBR 17015:2022 da ABNT também obriga que o projeto “*deve ser elaborado por profissional com conhecimento técnico e habilitado*”, mas não apenas ela, a NBR 7190-1:2022 da ABNT também preceitua que as construções em madeira devem atender a projeto “*elaborado por profissionais habilitados, com registro no respectivo conselho de classe*”. Inclusive é de se recordar que o próprio o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), corroborado pelo disposto no item 2.2.2.5, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), bem como na alínea “b”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP, dispôs que “***A Empreiteira é responsável pela elaboração dos projetos de escoramento e da sua aplicação***”, sendo que, “***De comum acordo com o Engenheiro Fiscal***”, “***deverá contratar um calculista de renome, especialista no assunto, para elaboração dos projetos***” (grifo nosso).

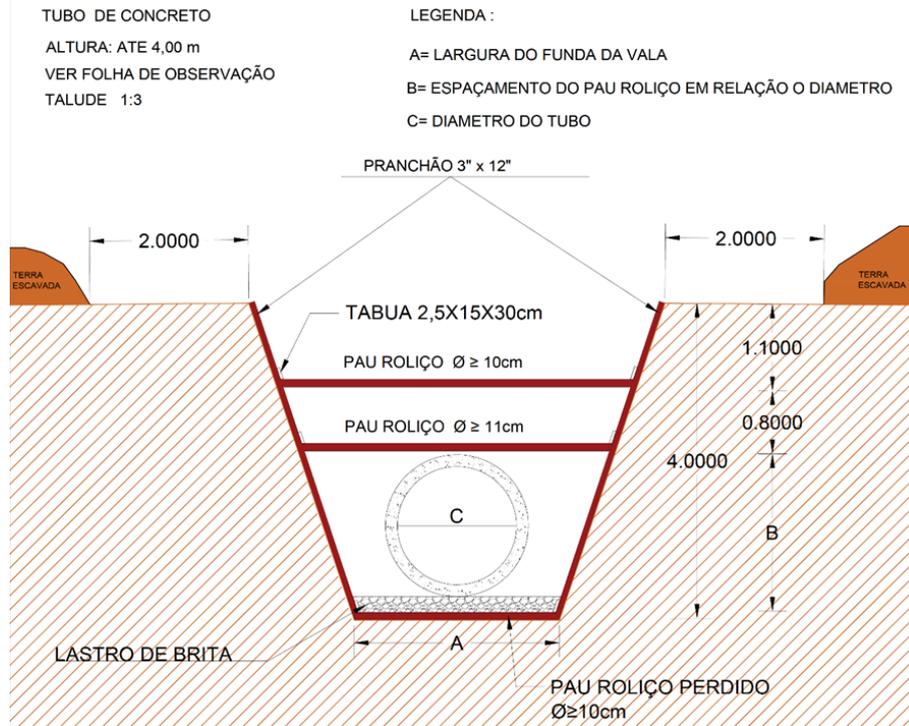


Em vista disso, no que se refere à autoria do projeto, observou-se no carimbo da prancha de desenho que consta o nome de um Engenheiro Civil, intitulado “*EXECUTOR DA EMPRESA*”, mas que também é designado, por vezes, de “*GERENTE DO CONTRATO*” nos autos relacionados. Frise-se que o referido profissional, apesar de possuir seu registro ativo no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Distrito Federal – CREA/DF, não compunha o “*Anexo IV – Indicação de Equipe Técnica Declaração de Responsabilidade Técnica*” (SEI nº 53557619, p. 51/58), previsto no instrumento convocatório (SEI nº 50280062, p. 26/27). Não obstante, apesar de constar sua assinatura na prancha de desenho, ainda é imprescindível a expedição da respectiva ART pela elaboração do “*PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA*” e acostá-la aos autos para fins de atendimento à recomendação “*R.1*”. Frise-se que a ART nº 0720220008142, registrada em 04.02.2022 pelo profissional e que somente veio a aparecer nos autos da 6ª medição (SEI nº 83659578, p. 3), refere-se à execução de **obra** e não à elaboração de **projeto**.

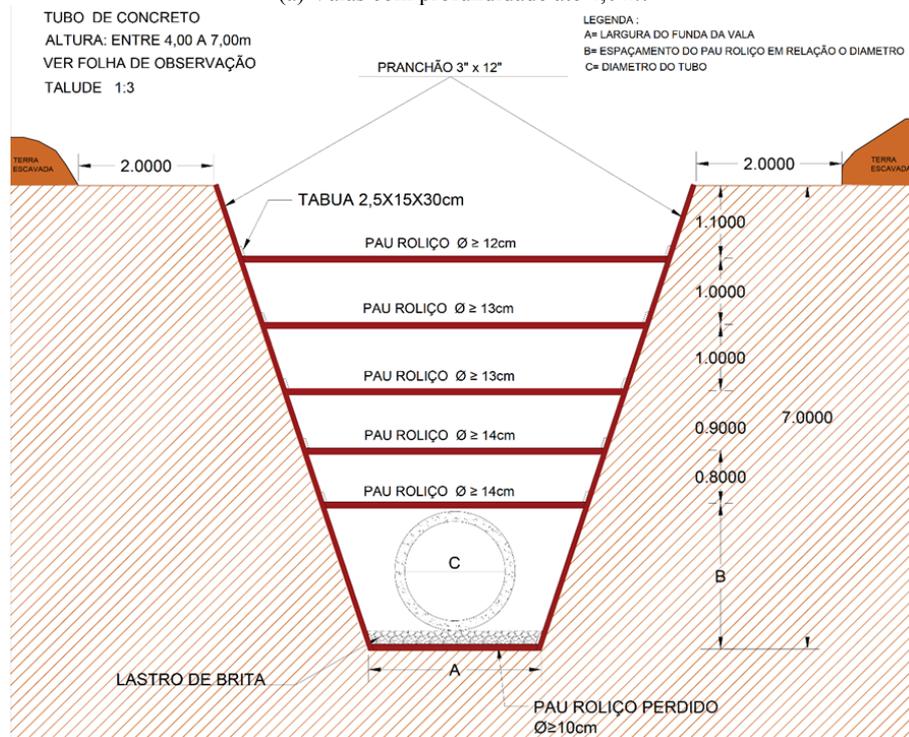
Pois bem, ocorre que, ao analisar o projeto, a equipe de auditoria constatou algumas não conformidades que merecem destaque.

Primeiramente, somente foram acostados detalhamentos para as valas com “*ALTURA: ATÉ 4,00 m*” (Figura 18a) e com “*ALTURA: ENTRE 4,00 A 7,00 M*” (Figura 18b), ou seja, **não foi elaborado nenhum detalhamento para valas com profundidade de 7,0 m a 10,0 m**. Para ilustrar os casos omissos, citam-se os trechos de rede[4] em que, segundo o Relatório de Drenagem (Anexo III), a profundidade de ao menos um dos poços de visita – PV supera 7,0 m: PV47.1-PV48.1, PV48.1-PV49.1, PV49.1-PV50.1, PV50.1-PV51.1, PV56.1-PV57.1, PV57.1-PV58.1, PV58.1-PV59.1, PV59.1-PV60.1, PV60.1-PV61.1, PV61.1-PV62.1, PV62.1-PV63.1, PV63.1-PV64.1, PV64.1-PV65.1, PV16.6-PV17.6, PV17.6-PV18.6, PV18.6-PV19.6, PV19.6-PV20.6, PV20.6-PV21.6, PV21.6-PV22.6, PV32.6-PV33.6, PV33.6-PV34.6 e PV8.38-PV9.38.

Figura 18 – “PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA” elaborado e entregue pelo executante.



(a) Valas com profundidade até 4,0 m.



(b) Valas com profundidade de 4,0 m a 7,0 m.

ITEIS:	DIÂMETRO DOS TUBOS (mm)	LARGURA DA FUNDO DA VALA (m)	ESPAÇAMENTO DO PAU ROLIÇO (m)
	(C)	(A)	(B)
TUBO DE CONCRETO	Ø 400	1,00	0,90
TUBO DE CONCRETO	Ø 500	1,20	1,00
TUBO DE CONCRETO	Ø 600	1,40	1,10
TUBO DE CONCRETO	Ø 800	1,70	1,30
TUBO DE CONCRETO	Ø 1000	2,00	1,50
TUBO DE CONCRETO	Ø 1200	2,20	1,70
TUBO DE CONCRETO	Ø 1500	2,60	2,00

(c) Dimensões da largura de fundo da vala e espaçamento entre escoras, segundo o diâmetro dos tubos.

Fonte: SEI nº 86677953.

Perceba-se que os detalhamentos contêm a previsão de utilização de “TÁBUAS”, “PRANCHÕES” e “PAUS ROLIÇOS”, que são os elementos estruturais que compoem o sistema de escoramento de madeira. Sob o viés orçamentário, as “TÁBUAS” de “2,5X15X30 cm” referem-se ao insumo de Código 6194 do SINAPI integrante dos três itens de serviços de “Escoramento descontínuo”. Por sua vez, os “PRANCHÕES” de “3” x 12” dizem respeito ao insumo de Código 2107 da NOVACAP, que foi consignado apenas na composição de valas com profundidade de 7,0 m a 10,0 m (precisamente a que não foi detalhada em projeto). E os “PAUS ROLIÇOS” não guardam correspondência com nenhum dos insumos das composições do orçamento base.

Além disso, apesar de terem sido especificadas as distâncias *B* entre o “PAU ROLIÇO PERDIDO” no fundo da vala e o “PAU ROLIÇO” imediatamente acima da galeria, atente-se que os distanciamentos se referem apenas para os casos de tubos (galerias circulares) (Figura 18c), isto é, não houve qualquer especificação para os trechos de rede em que há aduelas (galerias celulares).

Acerca dessa metodologia de emprego de estronca perdida no fundo da vala, salienta-se que ela é a concebida pela NS 01-NOVACAP, porém, diverge da recomendada pela ABNT, qual seja, o emprego de fichas de cravação, como visto. Ainda que ambos os casos tenham o condão de auxiliar na prevenção do tombamento ou do fechamento da vala (Figura 57 do Anexo I), a equipe de auditoria defende que o emprego de fichas é mais seguro, pois as estroncas perdidas no fundo da vala podem acabar sendo deslocadas de sua posição original durante a etapa de preparo de fundo da vala para assentar as galerias, o que, em alguma medida, poderia comprometer a segurança do sistema de escoramento.

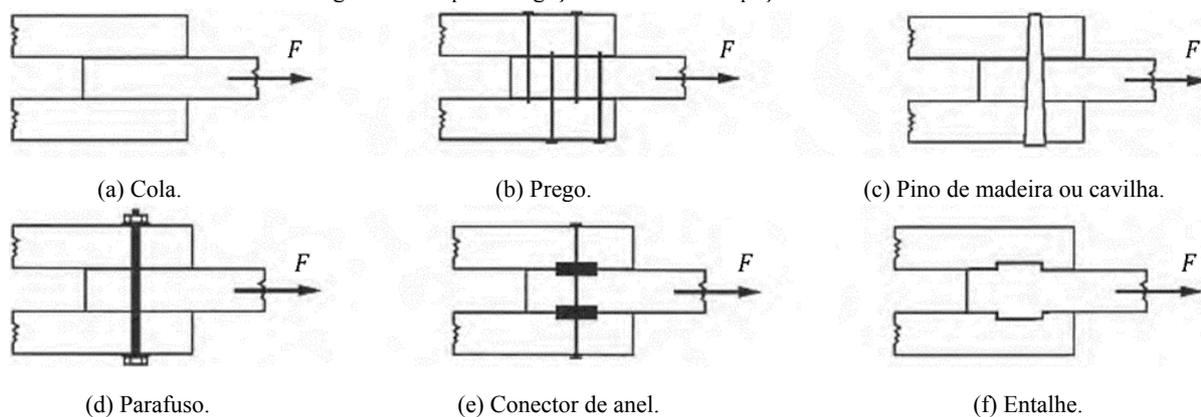
Ademais, também não houve especificação do espaçamento longitudinal entre as estroncas (“PAUS ROLIÇOS”, segundo o executante), que, segundo a recente NBR 17015 (assim como na NBR 15645 e na antiga NBR 12266), deve ser de 1,35 m no máximo. Trata-se de um parâmetro de suma importância para a estabilidade da escavação, haja vista ser uma

variável para obtenção dos esforços solicitantes nas escoras, como demonstrado no subitem I.6 do Anexo I.

E, como se está diante de uma estrutura de madeira, faz-se imprescindível, como dito para o memorial justificativo, haver a indicação das propriedades dos materiais (a exemplo das classes de resistência das madeiras a serem utilizadas), bem como o detalhamento das emendas, das uniões e das ligações das peças estruturais, os quais também não constam do projeto entregue pelo CONSÓRCIO G5 ESPM.

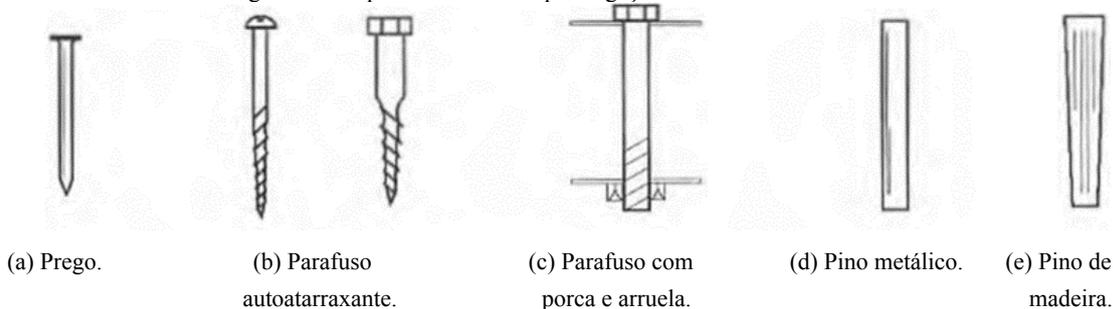
Sobre as ligações das peças estruturais, e considerando as características das madeiras descritas no subitem I.5.1.1 do Anexo I, Pfeil (2003, p. 52) ensina que as peças de madeira bruta (roliça) têm o comprimento limitado, entre outros fatores, pelo tamanho das árvores e pelos meios de transporte. Já os elementos de madeira serrada são fabricados em comprimento ainda mais limitados, da ordem de 4 a 5 m. Logo, para confeccionar as estruturas com esses materiais, as peças precisam ser ligadas (conectadas) entre si por meio dos dispositivos dispostos nas Figuras 19 e 20.

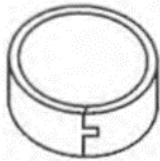
Figura 19 – Tipos de ligações estruturais de peças de madeira.



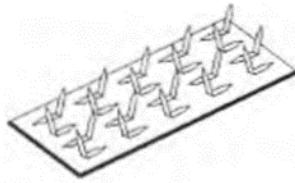
Fonte: Pfeil (2003, p. 52).

Figura 20 – Tipos de conectores para ligações em estruturas de madeira.

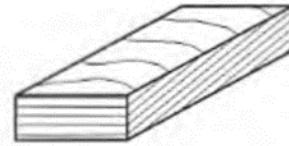




(f) Conector de anel metálico.



(g) Chapa com dentes estampados.



(h) Tarugo de madeira.

Fonte: Pfeil (2003, p. 53).

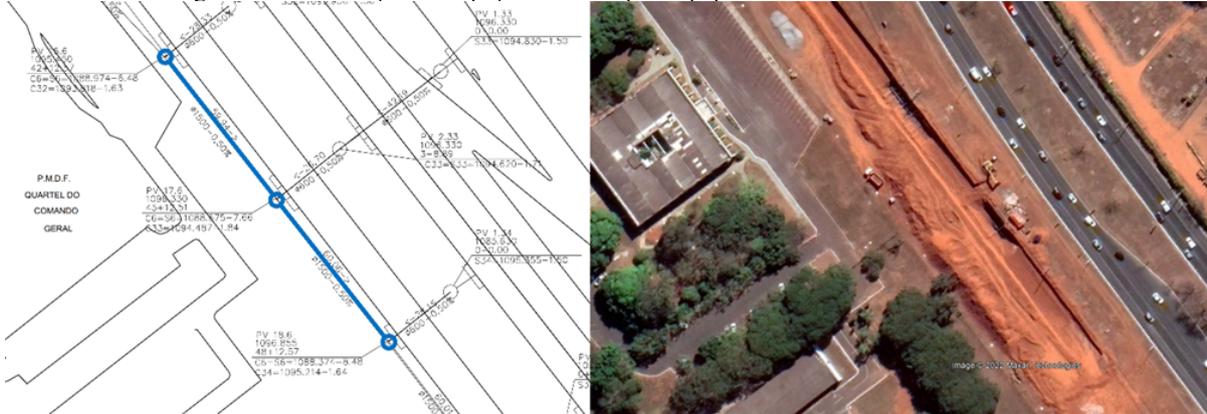
Assim sendo, difícil seria afirmar que o “*PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA*” elaborado e entregue pelo executante se amoldaria a um projeto do tipo “executivo”, visto que não contém os “*elementos necessários e suficientes à execução completa*” do sistema de escoramento das valas da obra “*de acordo com a ABNT*”, consoante dispõe o inciso X, do art. 6º, da Lei Federal nº 8.666, de 1993.

Por essas circunstâncias encontradas, a recomendação “*R.I*” do Informativo de Ação de Controle será mantida para fins de registro e monitoramento por esta CGDF.

Não bastasse isso, **a situação se agrava** quando, durante uma inspeção aleatória ao local da obra no dia 02.06.2022, isto é, após a entrega do “*PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA*” por parte do executante (SEI nº 86677953), a equipe de auditoria constatou que o referido projeto não foi obedecido nem mesmo pelo próprio CONSÓRCIO G5 ESPM.

A inspeção se deu em trechos da Rede 6 situados entre os PV16, PV17 e PV18 nas proximidades do Quartel do Comando Geral da Polícia Militar do Distrito Federal – PMDF, quais sejam, o trecho PV16.6-PV17.6 e o trecho PV17.6-PV18.6, expostos nas Figuras 21 *a* e *b*. A evidência da localização está na Figura 21 *c*, em que o próprio executante demarcou a indicação do PV17.6 em um poste. Ademais, informa-se que a execução dos referidos trechos se deu na 9ª medição, conforme indicado no croqui elaborado pelo executante e assinado pelo autor do “*PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA*”, pela supervisora e pelo fiscal (executor) da SODF (Figura 21 *d*).

Figura 21 – Localização da inspeção realizada pela equipe de auditoria no dia 02.06.2022.



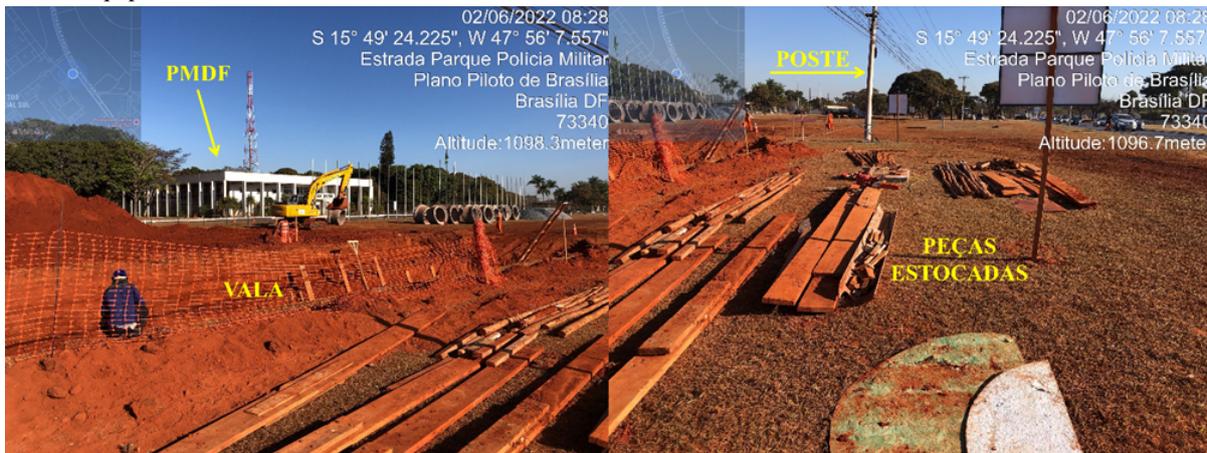
(a) Excerto adaptado do projeto de drenagem (SEI nº 12516532).

(b) Imagem de satélite (Google Earth em 06.2022).



(c) Registro da localização feito pela equipe de auditoria.

(d) Excerto do croqui da 9ª medição (SEI nº 90116093, p. 2).



(e) Vista do Quartel da PMDF.

(f) Peças estocadas a serem utilizadas no escoramento.



(g) Vista do escoramento.

(h) Vista do escoramento.

Fonte dos registros fotográficos: equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Como aventado, de fato o CONSÓRCIO G5 ESPM vem executando pontaleamentos (sem emprego de longarina), como se nota ao comparar o esquema da Figura 3 com as Figuras 21 *g* e *h*.

Destaca-se que os supracitados trechos de rede integram o grupo de valas com profundidade de 7,0 m a 10,0 m, para os quais o orçamento base consignou o item 5.3.3 (Código 4349 modificado da NOVACAP) e cujo detalhamento não consta do “PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA” elaborado e entregue pelo executante. A saber, segundo o Relatório de Drenagem (vide Anexo III), as profundidades de escavação dos PV16.6, PV17.6 e PV18.6 são respectivamente de 6,48 m, 7,66 m e 8,48 m.

Apesar de não estar prevista no projeto, a disposição das peças que compõem o escoramento posto no local da obra (Figuras 21 *g* e *h*) assemelha-se muito ao detalhamento previsto pelo CONSÓRCIO G5 ESPM nas Figuras 18 *a* e *b*, composto dos elementos denominados pelo construtor de “PAU ROLIÇO” (escora ou estronca), “TÁBUA” e “PRANCHÃO”.

A começar pelo “PAU ROLIÇO” e analisando-se apenas sob o aspecto dimensional, isto é, sem considerar as propriedades da madeira, note-se do projeto do executante (Figuras 18 *a* e *b*) que todos eles possuem diâmetros que vão aumentando à medida que a profundidade da vala aumenta, sendo que a indicação dos diâmetros \emptyset sempre ocorre com o operador matemático \geq (maior ou igual a). Assim, para valas com “ALTURA: ATÉ 4,00 m”, a escora mais próxima do nível da superfície do terreno deve ter $\emptyset \geq 10$ cm, enquanto que, para

valas com “*ALTURA: ENTRE 4,00 A 7,00 m*”, a estronca imediatamente acima do tubo deve possuir $\varnothing \geq 14 \text{ cm}$. Ou seja, para o CONSÓRCIO G5 ESPM, o diâmetro mínimo do “*PAU ROLIÇO*” deve ser de 10 *cm*. Quanto a isso, recorde-se que, como descrito no subitem I.5.1 do Anexo I, segundo as normas NBR 17015 e NBR 15645, ambas da ABNT, o diâmetro mínimo das escoras deve ser de 20 *cm*, o que já denota não conformidade no detalhamento que atenta contra a segurança.

Em acréscimo, repare-se que o espaçamento vertical entre os “*PAUS ROLIÇOS*” no projeto do executante (Figuras 18 *a e b*) respeita o distanciamento máximo de 1,00 *m* preconizado pelas normas NBR 17015 e NBR 15645, ambas da ABNT. Todavia, se para uma vala com 7,00 *m* (como a indicada na Figura 18*b*) são necessárias seis estroncas (incluindo o “*PAU ROLIÇO PERDIDO*” no fundo da vala), questiona-se como seria possível, para a vala em comento, que possui mais do que 7,00 *m* de escavação, garantir a estabilidade do talude e a segurança dos operários na escavação com apenas cinco escoras.

Por derradeiro, acerca do estoque de materiais (madeiras) assentes ao lado dos trechos supracitados (Figura 21*f*), ao medir por amostragem os diâmetros dos “*PAUS ROLIÇOS*” a serem utilizados nos escoramentos pelo CONSÓRCIO G5 ESPM, a equipe de auditoria verificou que eles estão muito aquém do especificado nas normas NBR 17015 e NBR 15645, ambas da ABNT, sendo que sequer chegam ao diâmetro mínimo de 10 *cm* indicado no projeto, consoante evidenciado na Figura 22.

Figura 22 – Inspeção por amostragem dos diâmetros dos “*PAUS ROLIÇOS*” estocados.





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

A equipe de auditoria não mediu as bitolas dos “PAUS ROLIÇOS” postos no escoramento erigido ao longo da vala, pois além de ser trabalhoso por conta da profundidade da vala (requerendo o emprego de escadas, por exemplo) ainda seria arriscado comprometer a estabilidade das escoras. Até porque, diga-se de passagem, a esbeltez[33] desses elementos é notória.

A esse respeito, frise-se que, como ressaltado no subitem I.6 do Anexo I, eventual instabilidade de alguma das escoras acarretaria a sobrecarga (acréscimo de cargas) das demais, possibilitando um mecanismo de colapso progressivo das escoras, um tipo de ruína estrutural do escoramento (Figura 57 do Anexo I). Portanto, nota-se que a adoção de escoras com bitola máxima de 9,0 cm por parte do executante atenta contra a segurança, enquanto requisito basilar e legal nas atividades técnico-profissionais da engenharia.

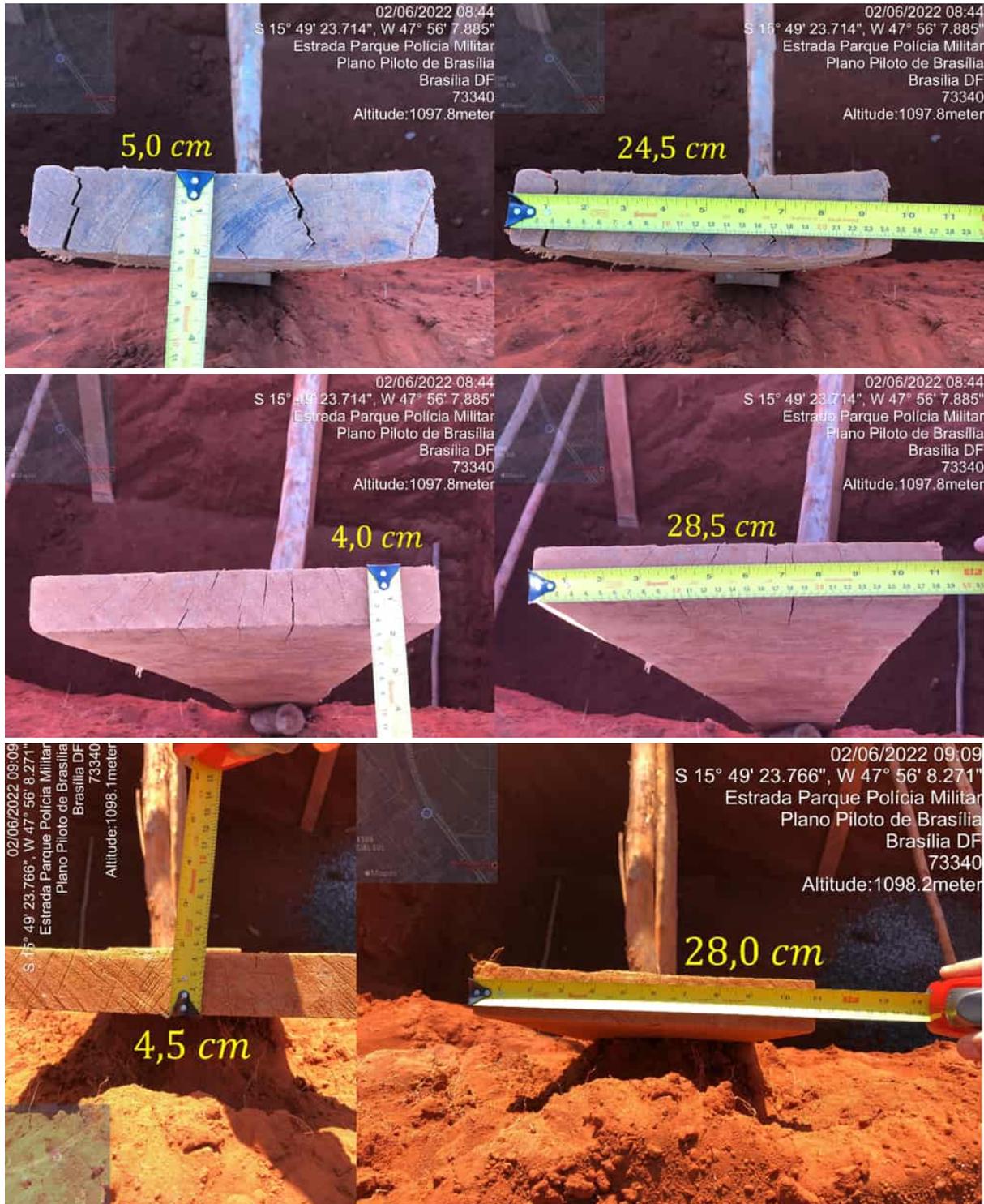
Por sua vez, no tocante aos “PRANCHÕES” indicados no projeto do executante (Figuras 18 a e b), note-se que o CONSÓRCIO G5 ESPM especificou que eles deveriam ter dimensões de 3" x 12", isto é, cerca de 7,6 cm x 30,5 cm[16]. Só que, à luz das dimensões

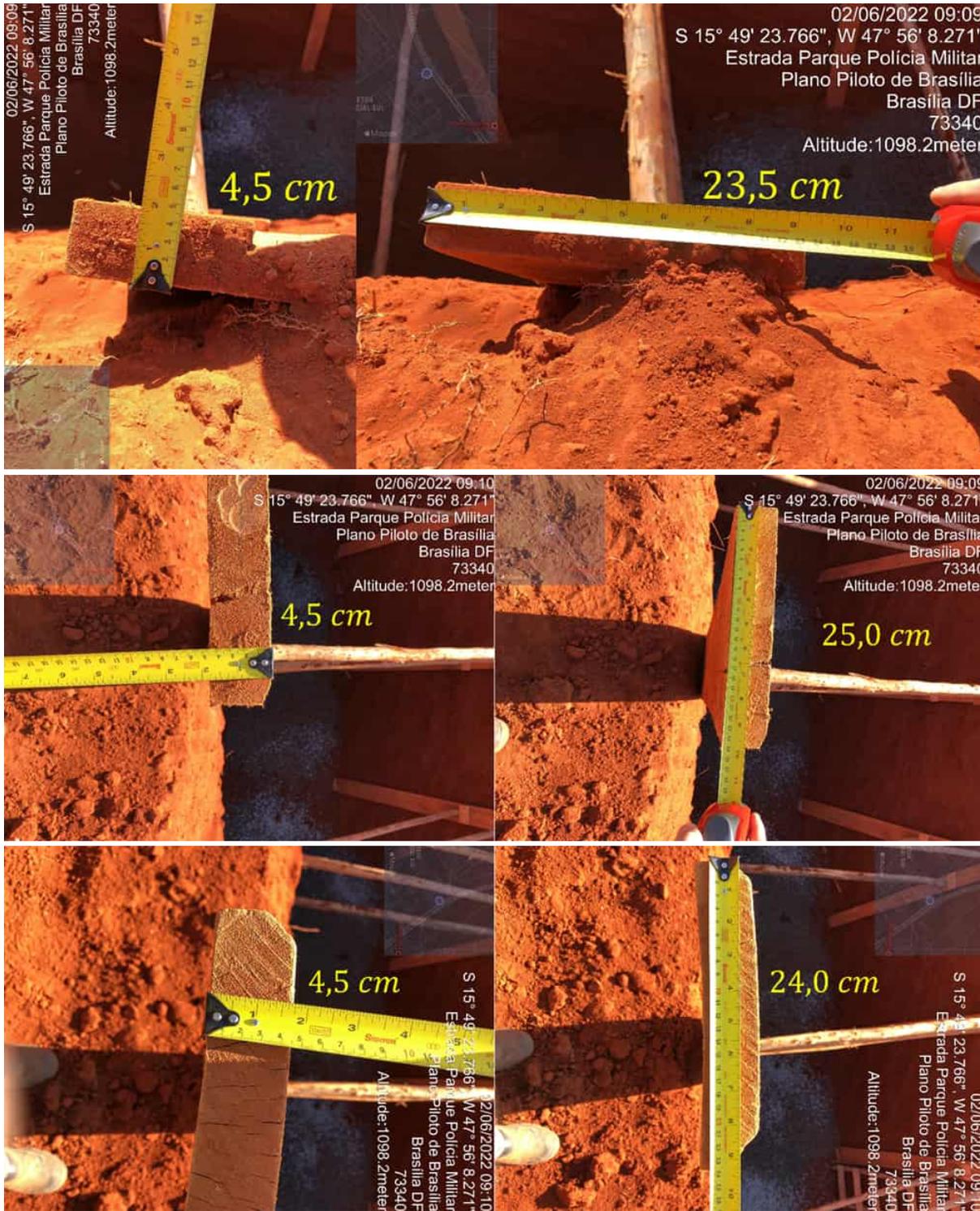
preconizadas pelas NBR 17015 e 15645, ambas da ABNT, tais elementos verticais deveriam ser “tábuas” com bitola mínima de 2,7 cm x 30 cm.

Ainda que especificar uma espessura de 7,6 cm não configure propriamente uma não conformidade, mas apenas uma falta de economicidade (que não deve ser remunerada), novamente se constatou que o executante não obedeceu ao seu próprio projeto em relação aos “PRANCHÕES”. Isso se constata na totalidade dos elementos verticais postos para escorar a vala no trecho de rede em concreto, cujas dimensões auferidas pela equipe de auditoria estão dispostas na Figura 23.

Figura 23 – Inspeção das dimensões dos “PRANCHÕES” postos no escoramento da vala.





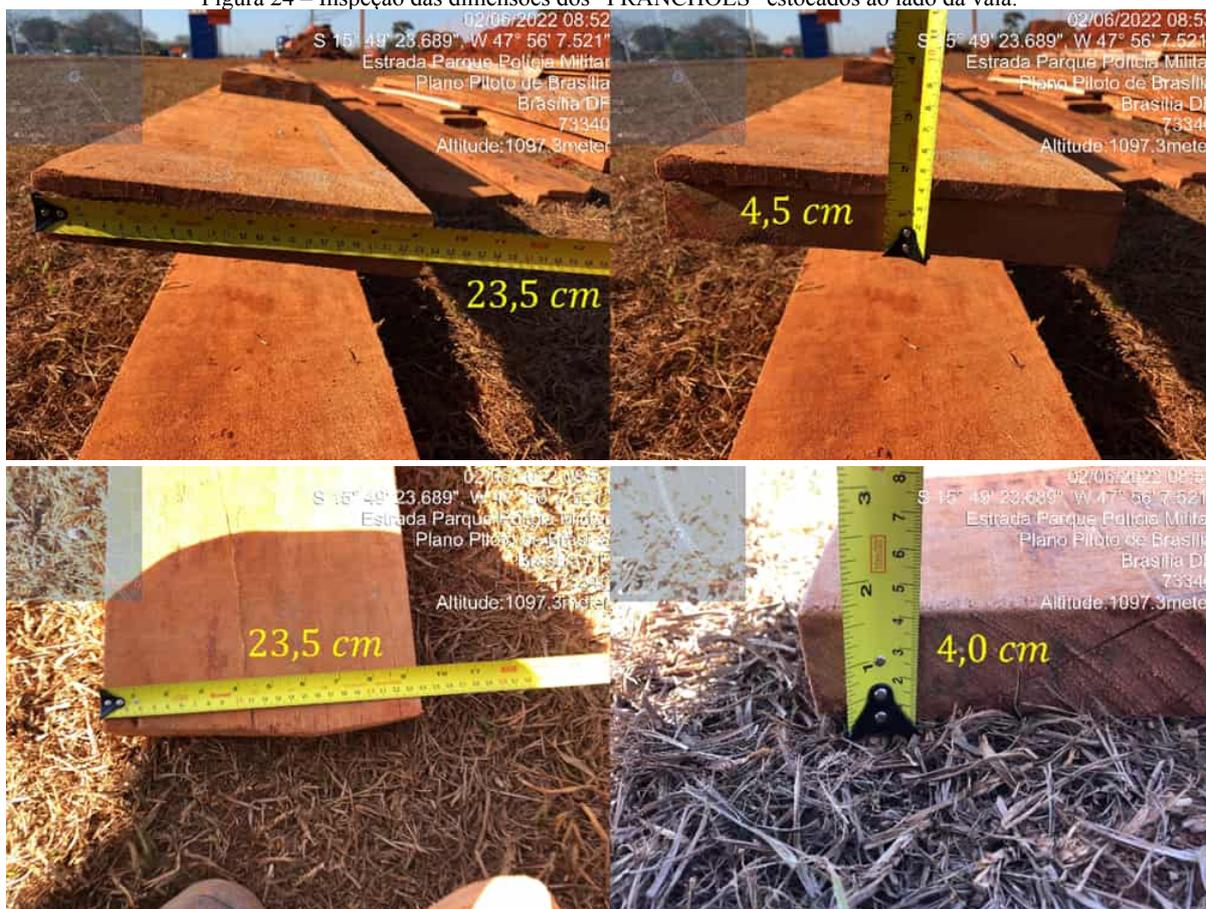


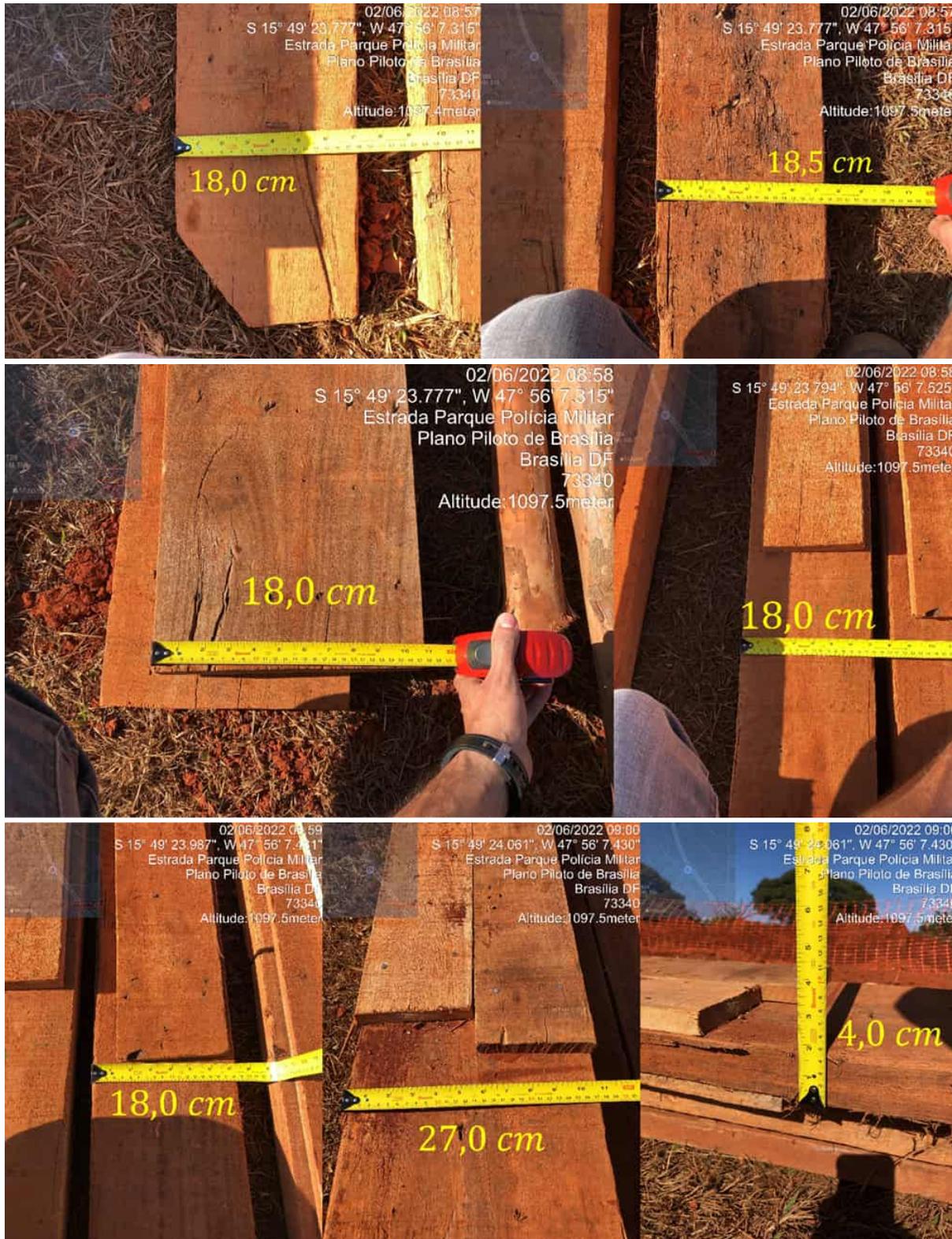


Fonte: equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*).

Tal desobediência ao projeto também foi constatada, por amostragem, nos “PRANCHÕES” que estavam estocados ao lado da vala, segundo demonstrado por meio da Figura 24.

Figura 24 – Inspeção das dimensões dos “PRANCHÕES” estocados ao lado da vala.









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

Em face do exposto, nota-se que o “*PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA*” elaborado e entregue pelo CONSÓRCIO G5 ESPM configura apenas um mero ato *pro forma*, isto é, por pretensa intenção de cumprir a recomendação “*R.1*” do IAC, haja vista que não foi obedecido nem mesmo por ele.

Motivada por essas constatações, a equipe de auditoria decidiu então ver o nível de controle procedido pela fiscalização e pela supervisão da obra, tendo em vista a recomendação “*R.2*” do IAC.

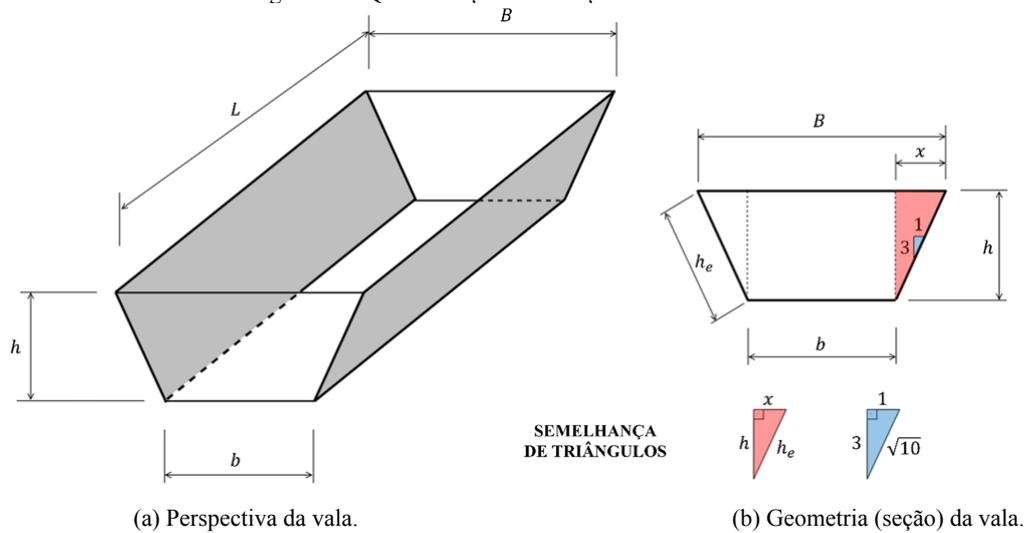
Para tanto, recorreu-se aos autos da 9ª medição (Processo SEI nº 00110-00002014 /2022-06), em que se observou ter sido medida e atestada uma área total de 2.681,67 m² de escoramentos descontínuos em valas com profundidades de 7,0 m a 10,0 m, com a seguinte discriminação de quantidades:

Tabela 23 – Quantidades de escoramento medidas e atestadas na 9ª medição.

Trecho de Rede	Quantidade	Referência
PV16.6-PV17.6	874,485 m ²	SEI nº 90114125, p. 17
PV17.6-PV18.6	904,858 m ²	SEI nº 90114125, p. 15
PV20.6-PV21.6	902,327 m ²	SEI nº 90114125, p. 21
Total	2.681,67 m²	SEI nº 90246480, p. 3

A saber, o critério para quantificação (medição) do serviço de escoramento é feito a partir da área total das paredes das valas a serem contidas, que estão sombreadas na Figura 25a.

Figura 25 – Quantificação do serviço de escoramento.



Fonte: equipe de auditoria.

Só que, para calcular a área total das paredes a serem escoradas, é preciso antes obter algumas das variáveis dispostas na Figura 25.

A começar pela largura de fundo da vala (b), de conformidade com o Relatório de Drenagem, ela é função das dimensões da seção transversal da galeria de drenagem, de acordo com a Tabela 24.

Tabela 24 – Largura de fundo de valas para tubos e aduelas.

Diâmetro dos Tubos ou Seção das Aduelas	Largura do Fundo da Vala
0,40 m	1,00 m
0,50 m	1,20 m
0,60 m	1,40 m
0,80 m	1,70 m
1,00 m	2,00 m
1,20 m	2,20 m
1,50 m	2,60 m
1,65 m x 1,65 m	3,00 m
1,80 m x 1,80 m	3,20 m
2,00 m x 2,00 m	3,40 m
2,20 m x 2,20 m	3,60 m
2,40 m x 2,40 m	3,80 m
2,60 m x 2,60 m	4,00 m
3,00 m x 3,00 m	4,40 m

Fonte: Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247, p. 32).



Uma vez obtida a largura de fundo da vala (b), que provém automaticamente do Projeto de Drenagem, vez que este define as seções das galerias (tubos e aduelas), impende conhecer o valor de x para viabilizar a obtenção da dimensão da largura de boca da vala (B). E, como se nota da Figura 25b, x é encontrado por meio da semelhança dos triângulos destacados em vermelho e em azul e está relacionado à profundidade da vala (h), como a seguir:

$$x = \frac{h}{3} \quad (1)$$

Assim, a largura de boca da vala (B) será:

$$\begin{aligned} B &= 2 \cdot x + b \\ B &= \frac{2}{3}h + b \end{aligned} \quad (2)$$

Igualmente, da semelhança de triângulos disposta na Figura 25b, nota-se que h_e é igual a:

$$h_e = \frac{h}{3}\sqrt{10} \quad (3)$$

Por sua vez, como a área a ser escorada (A) corresponde às duas paredes laterais da vala sombreadas na Figura 25a ao longo de um comprimento do trecho (L), ela pode ser obtida como a seguir:

$$\begin{aligned} A &= 2 \cdot L \cdot h_e \\ A &= \frac{2}{3}\sqrt{10} \cdot L \cdot h \end{aligned} \quad (4)$$

Tomando-se como exemplo a memória de cálculo do trecho de rede PV17.6-PV18.6 (Figura 26), como foram executados tubos com diâmetro de 1,50 m, então a largura do fundo da vala é de $b = 2,60$ m.

Figura 26 – Memória de cálculo do trecho de rede PV17.6-PV18.6 (9ª medição).

Tipo do Trecho		Rede		
1	PV de Origem	PV-17.06	Nota de serviço	
2	PV Final	PV-18.06	Nota de serviço	
3	Profundidade (m)	7,150	Nota de serviço	
4	Largura boca da vala (m)	7,391	Largura do fundo + 2 x (prof / 3)	
5	Largura fundo da vala (m)	2,600	Em função do D. do tubo (norma Proc. Pag 49)	
6	Tipo de escavação	Mecânica	Informação do fiscal	
7	Quebra de terra (%)	-	Informação do fiscal	
8	Volume retirado (%)	100,000	Informação do fiscal	
9	Material retornado	100,000	Informação do fiscal	
10	Tipo de material retornado	-	Informação do fiscal	
11	Dimensão (m)	1,500	Nota de serviço	
12	Comprimento trecho (m)	60,000	Nota de serviço	
13	Comp. Com brita (m)	60,000	Informação do fiscal	
14	Comp. Sob asfalto (m)	-	Informação do fiscal	
15	Comp. Aterro Compac (m)	60,000	Informação do fiscal	
16	Prop. Material 1ª categoria (%)	100,000	Informação do fiscal	
17	Prop. Material 2ª categoria (%)	-	Informação do fiscal	
18	Prop. Material 3ª categoria (%)	-	Informação do fiscal	
19	Prop. Material lodo (%)	-	Informação do fiscal	
20	Espessura do lastro (m)	0,200	Em função do D. da rede ou inf. Do fiscal	
21	Espaço. Escoramento (m)	2,000		
22	Dist. NOVACAP/Obra	5,000	Informação do fiscal	
23	Dist. Casc-jazida/obra	-	Informação do fiscal	
24	Dist. Bota fora	-	Informação do fiscal	
25	Diâmetro Caixa Início	1,500	Nota de serviço	
26	Diâmetro Caixa Fim	1,500	Nota de serviço	
27	Quantidade de Aduelas	2,000	Arred.Cima(Prof. + 0,40 - Lastro - Alt.PV y0,40)	
28	Quantidade de Estribos	18,000	Arred.Cima (Profundidade / 0,4)	
29	Classe do Tubo	PA-2	Profundidade - Desc.Capeamento	
30	Degrau:	-	Cota Saída - Cota Entrada	

Escavação, movimento de terra, reaterro e outros			
Itens	Descrição	Unidade	Quantidade acumulada
33 4349M	ESCORAMENTO DESCONTÍNUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, INCLUSIVE DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE DE 7,0 A 10,0 M	m²	904,858

Memorial descritivo - Escavação, movimento de terra, reaterro e outros			
Itens	Descrição	Unidade	Quantidade acumulada
4349M	ESCORAMENTO DESCONTÍNUO, COM PRANCHÕES ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, INCLUSIVE DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE DE 7,0 A 10,0 M $h^2 = (\text{profundidade})^2 + (\text{largura da boca} - \text{fundo da vala} / 2)^2$ $7,541^2 = 60,000^2 + 2,000^2$ $h = 7,541$	m²	904,858

Fonte: adaptado da memória de cálculo elaborada pelo executante (SEI nº 90114125, p. 15).

Além disso, dado que houve uma profundidade média escavada $h = 7,15 \text{ m}$ [34], a partir da Eq. (2) a largura da boca da vala será de:

$$B = \frac{2}{3} \cdot 7,15 + 2,60 = 7,37 \text{ m} \quad (5)$$

Por fim, tomando-se um comprimento de trecho $L = 60,0 \text{ m}$, tem-se por meio da Eq. (4) um quantitativo de escoramento aproximado de:

$$A = \frac{2}{3} \sqrt{10} \cdot L \cdot h = \frac{2}{3} \sqrt{10} \cdot 60,0 \cdot 7,15 = 904,41 \text{ m}^2 \quad (6)$$

Acontece que, de posse da quantidade medida e atestada de $2.681,67 \text{ m}^2$ (Tabela 23), ao equacioná-la com o lado financeiro (R\$ 70.930,17), constata-se que ela foi computada ao custo unitário contratado de R\$ $26,45/\text{m}^2$; (Figura 27), precisamente o mesmo valor que se viu na Tabela 17, em que foram comparados os preços contratados e os paradigmas iniciais da auditoria.

Figura 27 – Boletim de Medição – BM da 9ª medição.

ITEM	NOVACAP	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	QUANTIDADES			FINANCEIRO		
			UNID	QUANTIDADE CONTRATUAL + 1ª ADITIVO	PREÇO UNITÁRIO	MEDIDO NO PERÍODO	VALOR CONTRATUAL	MEDIDO NO PERÍODO
				A	B	C	D	H = B x C
5.3		ESCORAMENTO DE VALAS			-	-	-	
5.3.1	4340 M (I)	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES	m²	13.280,79	15,09	-	200.407,12	-
5.3.2	4345 M (I)	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES	m²	44.111,92	19,05	-	840.332,08	-
5.3.3	4349 M	ESCORAMENTO DESCONTINUO, COM PRANCHÕES	m²	30.014,37	26,45	2.681,67	793.880,09	70.930,17

Fonte: excerto adaptado do Documento SEI nº 90246480, p. 3.

Pois bem, eis que para os trechos em comento, o que se previu ser potencial tornou-se real, tendo a Administração permitido o início da ocorrência do superfaturamento alertado pela equipe de auditoria no IAC nº 1/2022 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 82581114), haja vista a utilização de peças de madeira em não conformidade com o que preconizam as normas da ABNT, bem como pela alteração da metodologia executiva prevista no orçamento base para o serviço de escoramento (previu-se o escoramento descontínuo e executou-se o pontaleamento).

Enfim, diante da manifestação da Unidade Auditada, da inspeção *in loco* procedida pela equipe de auditoria, bem como do fato de que o contrato ainda está vigente, é preciso estabelecer novas composições paradigmas de auditoria (com considerações para além das dispostas nas Tabelas 9, 12 e 15) para fins de apuração do prejuízo financeiro causado, de fato, ao erário, e tentar reavê-lo ainda com a execução contratual em andamento.

Inicialmente, como se provou que o CONSÓRCIO G5 ESPM realmente vem executando pontaleamentos, isto é, sem emprego de longarinas (vigas longitudinais), consoante preconiza o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957) – corroborado pelo disposto no item 2.2.2.5, do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), bem como na alínea “b”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP –, remanesce a defesa feita nas CCU das Tabelas 9, 12 e 15 de que não assiste qualquer razão para a remuneração dos seguintes itens que fariam as vezes das longarinas (Figura 5):

- O insumo do material “PRANCHÃO DE MADEIRA NÃO APARELHADA *7, 5 X 23* CM (3 x 9 ") MAÇARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIÃO” (Código 4437 do SINAPI das Tabelas 4 e 11); e
- O insumo do material “PRANCHÃO EM MADEIRA 3" X 12'''” (Código 2107 da NOVACAP da Tabela 14).



Ainda nessa esteira de não poder haver a remuneração por serviços não executados e materiais ou equipamentos não empregados, também permanece a argumentação feita para as CCU das Tabelas 9, 12 e 15 de que não cabe desfavorecer a Administração com o dispêndio de recursos públicos para os seguintes itens:

- O insumo do equipamento “*RETROESCAVADEIRA SOBRE RODAS COM CARREGADEIRA, TRAÇÃO 4X2, POTÊNCIA LÍQ. 79 HP, CAÇAMBA CARREG. CAP. MÍN. 1 M3, CAÇAMBA RETRO CAP. 0,20 M3, PESO OPERACIONAL MÍN. 6.570 KG, PROFUNDIDADE ESCAVAÇÃO MÁX. 4,37 M - CHP DIURNO*” (Código 5680 do SINAPI das Tabelas 4 e 11); e
- O insumo do equipamento “*ESCAVADEIRA HIDRÁULICA SOBRE ESTEIRAS, CAÇAMBA 1,20 M3, PESO OPERACIONAL 21 T, POTÊNCIA BRUTA 155 HP - CHP DIURNO*” (Código 88907 do SINAPI da Tabela 14).

Como elucidado, ainda que não estejam entre as suas funções precípua, as retroescavadeiras sobre rodas com carregadeira (Figura 2) e as escavadeiras hidráulicas sobre esteiras (Figura 12) também podem ser utilizadas na instalação de determinados tipos de escoramentos (que não os descontínuos de madeira, repise-se). Exemplos são os escoramentos contínuos com caixa trincheira (blindagem) e os escoramentos com trilhos e painéis deslizantes descritos nos subitens I.5.2.3 e I.5.2.4, ambos do Anexo I.

A seu turno, inobstante o executante ter consignado no “*PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA*” a utilização de “*PRANCHÕES*” de 7,6 cm x 30,5 cm ao invés das “*tábuas*” de 2,7 cm x 30 cm requeridas pela ABNT, restou incontestado que foram empregadas peças com espessuras variando entre 4,0 e 5,0 cm e larguras de 18,0 a 28,5 cm (Figura 23) – que mais se amoldariam a “*pranchas*” segundo o disposto na Tabela 5. Ainda assim, à luz do princípio constitucional da economicidade, que também é um dos requisitos dos projetos de engenharia, insculpido no inciso III, do art. 12, da Lei Federal nº 8.666, de 1993, seria desfavorável à Administração ter de remunerar a execução de escoramentos com elementos mais onerosos que as “*tábuas*” preconizadas pela ABNT, sobretudo porque nem mesmo foi apresentada memória de cálculo para justificar tecnicamente a efetiva necessidade dos “*PRANCHÕES*” especificados em projeto, tampouco das “*pranchas*” empregadas *in loco*. Diante disso, mantém-se a defesa feita nas CCU das Tabelas 9, 12 e 15 de que os escoramentos deveriam ser constituídos de tábuas mediante a adoção do seguinte item:



- O insumo do material “*TÁBUA DE MADEIRA NÃO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO*” (Código 6189 do SINAPI com data-base 06.2020 não desonerada).

Também nesse sentido, considerando o emprego *in loco* de “PAUS ROLIÇOS” com bitola máxima de 9,0 *cm* (Figura 22), seria desfavorável à Administração ter de remunerar as escoras com bitolas mínimas de 20,0 *cm* preconizadas pela ABNT e defendidas nas Tabelas 9, 12 e 15 (Código 2736 do SINAPI). Desse modo, deve ser adotado o seguinte novo item paradigma:

- O insumo do material “*MADEIRA ROLIÇA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIÃO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)*” (Código 2742 do SINAPI com data-base 06.2020 não desonerada).

Com isso, é possível obter as seguintes **novas CCU paradigmas** para pontaleamentos de valas com profundidades até 4,0 *m*, de 4,0 *m* a 7,0 *m* e de 7,0 *m* a 10,0 *m*:

Tabela 25 – Nova CCU paradigma para escoramento pontaleado – sem uso de longarinas (vigas) – para valas com até 4,0 *m* de profundidade.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4340 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 22,30	R\$ 5,58
SINAPI-C	88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2500	R\$ 16,58	R\$ 4,15
SINAPI-I	20247	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0080	R\$ 11,34	R\$ 0,09
SINAPI-I	6189	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,2000	R\$ 15,32	R\$ 3,06
SINAPI-I	2742	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	0,2000	R\$ 1,81	R\$ 0,36
Custo Unitário Global						R\$ 13,24
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 15,93

Fonte: SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Tabela 26 – Nova CCU paradigma para escoramento pontaleteado – sem uso de longarinas (vigas) – para valas com profundidade de 4,0 a 7,0 m.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4345 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,285714	R\$ 22,30	R\$ 6,37
SINAPI-C	88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,285714	R\$ 16,58	R\$ 4,74
SINAPI-I	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,010000	R\$ 11,34	R\$ 0,11
SINAPI-I	6189	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,200000	R\$ 15,32	R\$ 3,06
SINAPI-I	2742	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	0,380000	R\$ 1,81	R\$ 0,69
Custo Unitário Global						R\$ 14,97
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 18,02

Fonte: SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Tabela 27 – Nova CCU paradigma para escoramento pontaleteado – sem uso de longarinas (vigas) – para valas com profundidade de 7,0 a 10,0 m.

Fonte	Código	Descrição	Unidade	Produtividade (A)	Custo Unitário (B)	Subtotal (C=AxB)
NOVACAP	4349 M	ESCORAMENTO PONTALETEADO, COM ESPAÇAMENTO DE 2,0 M, DESMONTAGEM (5 REAPROVEITAMENTOS), VALAS PROFUNDIDADE ATÉ 4,0 M	M2			
SINAPI-C	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,333333	R\$ 22,30	R\$ 7,43
SINAPI-C	88316	SERVEENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,333333	R\$ 16,58	R\$ 5,53
SINAPI-I	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,010000	R\$ 11,34	R\$ 0,11
SINAPI-I	6189	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 30* CM, CEDRINHO OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	0,200000	R\$ 15,32	R\$ 3,06
SINAPI-I	2742	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	0,380000	R\$ 1,81	R\$ 0,69
Custo Unitário Global						R\$ 16,83
Preço Unitário Global (com BDI de 20,34%)						R\$ 20,25

Fonte: SINAPI (data-base 06.2020 não desonerada).

Enfim, ao computar os quantitativos totais oriundos do orçamento base (SEI nº 52939364, p. 6), bem como o acréscimo de 5.036,49 m² para valas com profundidade até 4,0 m proveniente do Segundo Termo Aditivo (SEI nº 94303475, p. 2), obtém-se a seguinte comparação entre os preços contratados e os do novo paradigma da auditoria:

Tabela 28 – Comparação entre preços contratados e do novo paradigma da auditoria.

Item Curva ABC	Descrição	Quantidade (A)	Custo Unitário Contratado (B1)	Novo Custo Unitário Paradigma (B2)	Subtotal Contratado (C1=AxB1)	Novo Subtotal Paradigma (C2=AxB2)
35	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade até 4,0 m	18.317,28 m ²	R\$ 15,09	R\$ 13,24	R\$ 276.407,76	R\$ 242.460,71
9	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 4,0 a 7,0 m	44.111,92 m ²	R\$ 19,05	R\$ 14,97	R\$ 840.332,08	R\$ 660.521,32
10	Escoramento descontínuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 7,0 a 10,0 m	30.014,37 m ²	R\$ 26,45	R\$ 16,83	R\$ 793.880,09	R\$ 504.997,39
Custo Global					R\$ 1.910.619,92	R\$ 1.407.979,41
Valor Global Contratado (com BDI de 15,01%)					R\$ 2.197.403,97	-
Preço Global Paradigma (com BDI de 20,34%)					-	R\$ 1.694.362,43

Fonte: Carta nº 035/2021, de 10.05.2021 (SEI nº 61752200, p. 13).

Ao analisar a Tabela 28, do confronto entre o preço global paradigma de **R\$ 1.694.362,43** (já com BDI de 20,34%) e o valor global contratado de **R\$ 2.197.403,97** (já com BDI de 15,01%, consoante discriminado no SEI nº 61752351, p. 134), encontra-se um **novο potencial superfaturamento total de R\$ 503.041,54** (R\$ 2.197.403,97 - R\$ 1.694.362,43), caso a totalidade prevista dos serviços seja executada.

Entretanto, considerando a execução do empreendimento até a 19ª medição segundo disposto na Tabela 29, constata-se que houve a medição e o ateste de um total de 23.691,10 m² de escoramentos de valas, perfazendo um montante financeiro pago de R\$ 543.378,42. Ou seja, até a 19ª medição houve a ocorrência de um **dano ao Erário de R\$ 115.374,13** (R\$ 543.378,42 - R\$ 428.004,30).

Tabela 29 – Comparação entre preços contratados e do novo paradigma da auditoria até a 19ª medição.

Item Curva ABC	Descrição	Quantidade até 13ª medição (A)	% Executado	Custo Unitário Contratado (B1)	Novo Custo Unitário Paradigma (B2)	Subtotal Pago (C1=AxB1)	Subtotal Paradigma (C2=AxB2)
35	Escoramento descontinuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade até 4,0 m	5.859,76 m ²	31,99%	R\$ 15,09	R\$ 13,24	R\$ 88.423,78	R\$ 77.564,00
9	Escoramento descontinuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 4,0 a 7,0 m	11.837,95 m ²	26,84%	R\$ 19,05	R\$ 14,97	R\$ 225.512,95	R\$ 177.258,63
10	Escoramento descontinuo, com pranchões espaçamento de 2,0 m, inclusive desmontagem (5 reaproveitamentos), valas profundidade de 7,0 a 10,0 m	5.993,39 m ²	19,97%	R\$ 26,45	R\$ 16,83	R\$ 158.525,17	R\$ 100.839,91
Custo Global						R\$ 472.461,89	R\$ 355.662,54
Valor Global Contratado (com BDI de 15,01%)						R\$ 543.378,42	-
Preço Global Paradigma (com BDI de 20,34%)						-	R\$ 428.004,30

Fonte: autos da 19ª medição (Processo SEI nº 00110-00000923/2023-82).

Logo, ao subtrair o dano de R\$ 115.374,13 já causado aos cofres públicos do superfaturamento potencial de R\$ 503.041,54, encontra-se um **montante a ser retido nas futuras medições no valor de R\$ 387.667,41, caso se mantenha o atual critério de medição em desfavor da Administração.**

Como se percebe, diante da inspeção procedida no local pela equipe de auditoria, que objetivava verificar o nível de controle da fiscalização da Secretaria em relação aos serviços de escoramento, restou flagrante não ser possível remunerar o executante nos moldes das composições do orçamento contratado, vez que não apenas os materiais, como também a disposição desses, não seguem sequer o “*PROJETO DE ESCORAMENTO DE VALA*” elaborado e entregue pelo CONSÓRCIO G5 ESPM, quanto menos as especificações mínimas da ABNT. Mas não apenas. Tal fato **denota uma falha de controle tanto da fiscalização quanto da supervisão do empreendimento**, em que pesem as manifestações do Despacho – SODF/SUAF /UNEOBRAS, de 17.05.2022 (SEI nº 86663915) e da Carta CTA-ESPM-BSB-043/2022, de 17.05.2022 (SEI nº 86663761).

Inclusive não faz qualquer sentido remunerar os serviços de escoramento com o emprego dos equipamentos retroescavadeira sobre rodas com carregadeira (Figura 2) e escavadeira hidráulica sobre esteiras (Figura 12). Um erro patente nas CCU originais da NOVACAP dispostas nas Tabelas 3, 10 e 13.



E por ser princípio basilar a máxima de que quem quer que utilize recursos públicos terá de assegurar a boa e regular aplicação em conformidade com os atos normativos do Poder Público vigentes, exemplo do que se extrai da redação final do “caput”, do art. 113, da Lei Federal nº 8.666, de 1993, segundo o qual os órgãos interessados da Administração ficam responsáveis pela demonstração da legalidade e regularidade da despesa e execução, cabe aos gestores de recursos públicos comprovarem sua boa (vantajosa, em relação ao mercado) e regular (em conformidade com a lei) aplicação[35].

Desse modo, entende-se que a única possibilidade de não haver retenção nas medições vindouras é mediante a comprovação por parte dos intervenientes de que os escoramentos estão sendo executados de conformidade com as especificações mínimas da ABNT, vez que o serviço, tal como previsto no orçamento base, já padece de sobrepreço. Em outras palavras, o *onus probandi* (ônus da prova) recai sobre os Gestores da SODF.

Por essa razão, será proposta nova recomendação (“R.3” do presente relatório) para que a Administração glose a importância de R\$ 115.374,13 e retenha o valor de R\$ 387.667,41 nas medições futuras, que somente poderá ser pago (**com exceção dos equipamentos**) sob a condição de comprovação de que os materiais empregados nos escoramentos, além de estarem suportados por memória de cálculo, estejam sendo realmente utilizados *in loco* e de conformidade com as especificações mínimas da ABNT.

E, por último, **a fim de evitar equívocos na interpretação do presente achado**, reitera-se que, apesar de ter se mostrado defensável, no caso concreto, a escolha de CCU da NOVACAP para escoramento de valas em detrimento das existentes no SINAPI, **a equipe de auditoria não teve por objetivo avaliar as respectivas produtividades das composições da Empresa Pública**. Desse modo, **não se pode dizer que tais composições devam ser adotadas como referência em futuros orçamentos base de procedimentos licitatórios**, a não ser haja demonstração da pertinência em relatório técnico circunstanciado elaborado por profissional habilitado, algo não feito pela responsável técnica pela elaboração do orçamento base, segundo a ART nº 0720200055376 (SEI nº 46907080). Por isso, será proposta, nesse sentido, nova recomendação (“R.4” do presente relatório) à SODF.

Inclusive, o Tribunal de Contas do Distrito Federal – TCDF assim já dispôs por meio da Decisão Ordinária nº 932, de 2015:

VII – determinar aos órgãos e entidades integrantes do Governo do Distrito Federal que, a menos que apresentem razões plausíveis para fazê-lo:

[...]

b) abstenham-se de utilizar o Sistema de Preços e Serviços – SIPS gerenciado pela NOVACAP até que a produtividade dos itens de serviços seja atualizada, valendo-



se, provisoriamente, do SINAPI, SICRO, ou de outro sistema de referência de preços para elaboração de orçamentos de obras públicas que reflita o mercado local (Achado 4); (grifo nosso)

Causa

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

Em 2020:

a) Adoção de composições de custos unitários da NOVACAP para escoramentos de valas contendo insumos de materiais não condizentes com as especificações técnicas preconizadas nas normas da ABNT, bem como de equipamentos não necessários segundo a metodologia executiva corrente;

b) Adoção de insumos do SINAPI para aduelas pré-moldadas de concreto armado, que, além de não possuírem as seções transversais coincidentes com as previstas no Projeto de Drenagem, também não são discriminados em função da altura do aterro sobre a laje superior (recobrimento), a exemplo dos insumos de BSCC do SICRO; e

Em 2022 e 2023:

c) Falha da fiscalização na medição e pagamento dos serviços de escoramento de valas, tendo em vista a utilização de composições de custo contendo insumos de materiais não condizentes com as especificações técnicas preconizadas nas normas da ABNT e no próprio projeto elaborado e entregue pelo executante, bem como de equipamentos não necessários segundo a metodologia executiva corrente.

Consequência

a) Sobrepreço por preço unitário de R\$ 2.162.337,55 no orçamento base da licitação;

b) Superfaturamento, por preços excessivos e por alteração de metodologia executiva, de R\$ 115.374,13; e

c) Potencial superfaturamento, por preços excessivos e por alteração de metodologia executiva, de R\$ 387.667,41.



Recomendações

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

- R.1) Solicitar ao executante a elaboração e a entrega de projeto executivo de escoramento, acompanhado de memória de cálculo e anotação de responsabilidade técnica – ART, bem como acostá-lo aos autos do processo da Concorrência nº 016/2020 – DECOMP/DA (Processo SEI nº 00110-00002168/2020-28), antes da liberação de novas frentes de serviço de escavação de valas *in loco*, tendo em vista o disposto no item 9.3.2.1.7, do Termo de Referência – SODF/SUPOP (SEI nº 47946957), c/c item 4.2.7, da NBR 17015: 2022 e item 4.5.13, da NBR 15645:2020, ambas da ABNT;
- R.2) Orientar a fiscalização da obra para a necessidade de avaliar, *in loco*, se os serviços de escoramento contratados serão executados conforme previsto, tanto no projeto executivo indicado na recomendação “R.1”, quanto nas respectivas composições de referência, com vistas a evitar a propagação do superfaturamento que vem ocorrendo nas obras;
- R.3) Glosar a importância de R\$ 115.374,13 e reter o valor de R\$ 387.667,41 nas medições futuras, que somente poderá ser pago (**com exceção dos equipamentos**) sob a condição de comprovação de que os materiais empregados nos escoramentos, além de estarem suportados por memória de cálculo, estejam sendo realmente utilizados *in loco* e de conformidade com as especificações mínimas da ABNT citadas neste relato; e
- R.4) Abster-se de utilizar o Sistema de Preços e Serviços – SIPS da NOVACAP, valendo-se do SINAPI, SICRO, ou de outro sistema de referência de preços para elaboração de orçamentos de obras públicas que reflita o mercado local, salvo se houver demonstração da pertinência em relatório técnico circunstanciado elaborado por profissional legalmente habilitado.



3.2. QUESTÃO 2 - Há descumprimento de normas técnicas, de saúde e de segurança do trabalho?

Sim. Conforme tratado nos Pontos de Auditoria 3.1.1 e 3.2.1.

3.2.1. DESATUALIZAÇÃO DE PROJETOS-TIPO DA NOVACAP REFERENTES A ADUELAS DE CONCRETO ARMADO

Classificação da falha: Média

Durante a execução da auditoria, detectou-se que os projetos-tipo de aduelas de concreto armado elaborados pela NOVACAP estão desatualizados, pois preveem soluções amparadas em estudos defasados em relação aos critérios técnicos da ABNT atualmente vigentes, afrontando a Lei Federal nº 8.666, de 1993, em especial o inciso X, do art. 6º, e o art. 12, bem como a Lei Federal nº 13.303, de 2016, em particular o inciso IX, do “caput”, do art. 42.

Metodologia construtiva: pré-moldagem “versus” moldagem no local

No decorrer da aplicação de procedimentos de auditoria para apuração do sobrepreço descrito no tópico “*Fornecimento de galerias de concreto armado*”, do Ponto de Auditoria 3.1.1 “*SOBREPREGO POR PREÇO UNITÁRIO NOS ITENS DE SERVIÇO DE ESCORAMENTO DE VALAS E DE FORNECIMENTO DE ADUELAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS, COM CONSUMAÇÃO DO SUPERFATURAMENTO ALERTADO PELA EQUIPE DE AUDITORIA*”, ao examinar os documentos licitatórios, surgiu uma dúvida quanto à metodologia executiva a ser empregada na confecção das aduelas: se elas seriam de concreto armado **pré-moldadas** ou **moldadas no local da obra**.

A começar pelo TR-SODF/94 (SEI nº 47946957), está disposto o seguinte:

9.3.2. PROJETO DE DRENAGEM PLUVIAL

[...] foram adotadas recomendações técnicas prescritas em **documento normativo da NOVACAP**, para elaboração de projetos de sistema de drenagem pluvial no Distrito Federal, **atualizado para 2019**. (grifo nosso)

A saber, o “*documento normativo da NOVACAP [...] atualizado para 2019*” corresponde ao TR-NOVACAP/2019 (SEI nº 21151132), segundo o qual o Projeto de Drenagem Pluvial deverá ser composto, entre outras peças técnicas, de “*Plantas de Detalhes*” *in verbis*:



Planta de Detalhes

O conjunto de plantas de detalhes tem como objetivo apresentar os **detalhes construtivos de todas as estruturas que compõem o projeto de drenagem** com exceção da rede coletora, que já é apresentada nas plantas parciais.

Esse conjunto é normalmente composto de **planta baixa e cortes** que permitam a perfeita compreensão do detalhe construtivo da estrutura em questão.

A NOVACAP JÁ POSSUI PROJETOS TIPO PARA AS ESTRUTURAS LISTADAS ABAIXO QUE DEVERÃO SER SEMPRE PRIORIZADAS SUA ADOÇÃO PARA OS PROJETOS DESENVOLVIDOS NO ÂMBITO DO DF. [...]

Estes projetos encontram-se disponíveis para consulta e obtenção de cópia na sala da SEAU/DEINFRA/DU/NOVACAP. O interessado deverá levar uma mídia digital tipo CD/DVD ou *pendrive* para tal.

[...]

Nesse sentido os detalhes construtivos de **QUAISQUER ESTRUTURAS QUE NÃO FAÇAM PARTE DOS PROJETOS TIPO DA NOVACAP DEVERÃO SER APRESENTADOS EM PLANTAS DE DETALHE ESPECÍFICAS, CONTENDO PLANTAS DE FORMAS, FERRAGEM COM OS RESPECTIVOS QUADROS DE QUANTITATIVOS, PLANTA BAIXA E CORTES.** (grifo nosso)

Os projetos-tipo (projetos-padrão) a que se refere o TR-NOVACAP/2019 (SEI nº 21151132), estão enumerados na Figura 28, com os projetos específicos das aduelas (galerias celulares) destacados em vermelho.

Figura 28 – Projetos-tipo (projetos-padrão) da NOVACAP.

ESTRUTURA	Nº DESENHO
BOCA-DE-LOBO	
- B-L. / P.V. / C.P. para tubos até 0,80	150/505
- B-L. SIMPLES c/ MEIO-FIO	150/015.1
- B-L. SIMPLES c/ GRELHA – e Estribo – FERRO FUNDIDO	150/014.1
- B-L. ESPECIAL e estribo	150/016.1
- B-L c/ MEIO-FIO Vazado	150/472.B
- Laje inferior da B-L SIMPLES, DUPLA e TRIPLA (H=1,50)	s/nº
- GRELHA DE CONCRETO	150/462
BUEIRO	
- Bueiro de tubo circular de concreto armado	150/90
POÇO DE VISITA (P.V.)	
- P.V. 400 a 600	150/018.1
- P.V. 800	150/397
- P.V. 1.000	150/004
- P.V. 1.200	150/05
- P.V. 1.500	150/06
- P.V. c/ CAPEAMENTO (Degrau)	-
- TAPÃO DE Fºº PARA POÇO DE VISITA	150/107
- TAPÃO DE CONCRETO PARA POÇO DE VISITA	150/028.1
DISSIPADORES DE ENERGIA	
- A1(800), A2(1000), A3(1200), A4(1500) (Padrão)	
- Cabeça de bueiro 0,50m	150/ s/nº
- Cabeça de bueiro 0,80m	150/064.1
CANAL	
- Canal – Diversos	-
- CANAL do PARQUE DA CIDADE	-
- Galeria de Lançamento do PARQUE DA CIDADE	-



ESTRUTURA	Nº DESENHO
GALERIAS (c/ e s/ Capeamento – Degrau)	
- Galeria 1.65	150/371.A
- Galeria 1.80	150/372.A
- Galeria 2.00	150/362.A
- Galeria 2.20	150/109
- Galeria 2.40	150/296
- Galeria 2.60	150/235.A
- Galeria 3.00	150/302
GALERIAS – Mudança de Greide – Degrau	
- Degrau – Mudança de greide galeria 1.65	150/426.A
- Degrau – Mudança de greide galeria 1.80	150/104
- Degrau – Mudança de greide galeria 2.00	150/563.A
- Degrau – Mudança de greide galeria 2.20	150/234
GALERIAS – Concordância de Galeria	
- 1.65 c/ 1.80	150/112
- 1.65 c/ 1.50 p/ 2.40	150/79 A e B
- 1.80 / 2.20 / 2.60	150/929.1
- 2.00 c/ 2.20	150/114
- 2.20 p/ 1.65 e 1.80	150/927.1
- 2.20 c/ 2.40	150/136
VISITA EM GALERIA	150/117

Fonte: TR-NOVACAP/2019 (SEI nº 21151132, p. 23).

Sobre a padronização de projetos de engenharia, imprescindível salientar que ela deve ser a regra. Explica-se: reza o art. 11, da Lei Federal nº 8.666, de 1993, que as obras de engenharia destinadas aos mesmos fins devem ter projetos padronizados, exceto quando o projeto-padrão (projeto-tipo) não atender às condições peculiares do local ou às exigências específicas do empreendimento. Assim, projeto-tipo é um projeto de engenharia usado repetidas vezes em diversas obras, a exemplo das obras de arte correntes descritas no subitem II.1 do Anexo II.

Como se esclareceu no item 1 “*INTRODUÇÃO*” que, no tocante à especificação dos materiais e dos serviços, tanto o TR-SODF/94 (SEI nº 47946957) quanto o Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247) se basearam em grande medida na NS 01-NOVACAP, impende realçar que, em seu item 8 “*GALERIA MOLDADA EM CONCRETO ARMADO*”, a referida norma técnica frisa que as galerias em concreto armado devem ser “*moldadas no local*”, de modo que o executante “*deverá seguir os Projetos Estruturais e atender às exigências construtivas das Normas Brasileiras pertinentes ao assunto*” (grifo nosso). Ademais, em todas as menções às aduelas na NS 01, as dimensões convergem com as informadas na coluna “*Dimensões de Projeto*” da Tabela 18 e as destacadas na Figura 28, o que permite concluir que o Projeto de Drenagem adotou as **seções-padrão da NOVACAP**.

Portanto, à luz das prescrições normativas técnicas da NOVACAP atualmente vigentes – que foram adotadas no certame licitatório, porquanto, como salientado no item 1 “*INTRODUÇÃO*”, a Companhia detém a outorga legal da prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Distrito Federal –, as aduelas (galerias



celulares) a serem executadas nas obras públicas do Distrito Federal deverão **priorizar** os projetos-tipo da Companhia destacados na Figura 28, que preveem a metodologia de moldagem *in loco*.

Obviamente, não se trata de uma imposição, pois se possibilita o emprego de outros tipos de aduelas, desde que sejam apresentadas “*plantas de detalhe específicas, contendo plantas de fôrmas, ferragem [armaduras[36]] com os respectivos quadros de quantitativos, planta baixa e cortes*” (SEI nº 21151132, p. 22).

Desse modo, ainda que as especificações técnicas do SINAPI descritas no tópico “*Fornecimento de galerias de concreto armado*”, do Ponto de Auditoria 3.1.1, prevejam aduelas de concreto armado pré-moldadas com as seções da ABNT de 1,50 m x 1,50 m, 2,00 m x 2,00 m, 2,50 m x 2,50 m e 3,00 m x 3,00 m, de seu turno, as especificações técnicas da NOVACAP preveem galerias celulares de concreto armado moldadas no local com as seções-tipo da Empresa Pública de 1,65 m x 1,65 m, 1,80 m x 1,80 m, 2,20 m x 2,20 m, 2,40 m x 2,40 m e 3,00 m x 3,00 m.

Diante dessa divergência de metodologia executiva e de dimensões (seções), por meio da Solicitação de Informação nº 35/2021 – CGDF/SUBCI/COLES/DATOS (SEI nº 72727103), solicitou-se à SODF que esclarecesse se as aduelas objeto do Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839) seriam estruturas[37] de concreto armado moldado *in loco* ou pré-moldado, bem como que disponibilizasse alguns dos projetos-tipo da NOVACAP destacados em vermelho na Figura 28, vez que a equipe de auditoria não conseguiu localizar os projetos executivos estruturais das aduelas nos autos do processo da Concorrência nº 016/2020 – DECOMP/DA (Processo SEI nº 00110-00002168/2020-28).

A demanda pelos projetos estruturais tem um motivo. É que as aduelas de concreto armado, sejam elas pré-moldadas ou moldadas *in loco*, devem necessariamente obedecer a projeto executivo estrutural elaborado por profissional legalmente habilitado, que contenha o conjunto dos elementos necessários e suficientes à sua execução completa, de acordo com as normas pertinentes da ABNT[38], acompanhado de memória de cálculo do dimensionamento estrutural e ART[39]. Ressoa no mesmo diapasão a previsão da alínea “c”, do item 8, da NS 01-NOVACAP, ao dispor que o executante “*deverá seguir os Projetos Estruturais e atender às exigências construtivas das Normas Brasileiras pertinentes ao assunto*”.

Em resposta, a Secretaria informou que “*As aduelas (galerias celulares) serão estruturas pré-moldadas*” (SEI nº 73344380, grifo nosso), bem como acostou, nos autos do Processo SEI nº 00480-00003963/2021-24, um total de 23 projetos-padrão da NOVACAP, sendo que os principais referentes às aduelas estão arrolados na Tabela 30:

Tabela 30 – Principais projetos-tipo de aduelas disponibilizados pela SODF.

Número da Prancha	Objeto	Protocolo SEI	Data de Elaboração	Data da Última Revisão
150/371.A	Galeria moldada <i>in loco</i> de 1,65 m x 1,65 m para capeamento de 2,0 m – 3,0 m – 4,0 m – 5,0 m e 6,0 m	73334494	28.09.1978	08.07.1988
150/372.A	Galeria moldada <i>in loco</i> de 1,80 m x 1,80 m para capeamento de 2,0 m – 3,0 m – 4,0 m – 5,0 m e 6,0 m	73334584	17.10.1978	12.07.1988
150/362.A	Galeria moldada <i>in loco</i> de 2,00 m x 2,00 m para capeamento de 2,0 m – 3,0 m – 4,0 m – 5,0 m e 6,0 m	73334674	27.09.1978	08.07.1988
150/109	Galeria moldada <i>in loco</i> de 2,20 m x 2,20 m para capeamento de 2,0 m – 3,0 m – 4,0 m – 5,0 m e 6,0 m	73334849	27.09.1978	04.07.1988
150/296	Galeria moldada <i>in loco</i> de 2,40 m x 2,40 m para capeamento de 2,0 m – 3,0 m – 4,0 m – 5,0 m e 6,0 m	73334914	24.10.1978	-
150/235.A	Galeria moldada <i>in loco</i> de 2,60 m x 2,60 m para capeamento de 2,0 m – 3,0 m – 4,0 m – 5,0 m e 6,0 m	73335008	25.11.1978	-
150/302	Galeria moldada <i>in loco</i> de 3,00 m x 3,00 m para capeamento de 2,0 m – 3,0 m – 4,0 m – 5,0 m e 6,0 m	73335100	01.11.1978	-

Projetos-tipo desatualizados

Ao avaliar as pranchas de desenho[29] da Tabela 30, confirmou-se que, de fato, os projetos estruturais das aduelas de concreto armado preveem a metodologia executiva de moldagem *in loco*, consoante específica a NS 01-NOVACAP.

Acontece que os referidos projetos estão **desatualizados**, pois preveem soluções amparadas em estudos defasados em relação aos critérios técnicos atualmente vigentes, afrontando a Lei Federal nº 8.666, de 1993, em especial o inciso X, do art. 6º, e o art. 12, bem como a Lei Federal nº 13.303, de 2016, em particular o inciso IX, do “caput”, do art. 42.

Como meio de evidenciar a desatualização, veja-se como exemplo o carimbo[28] da Prancha de Desenho 150/371.A, referente à galeria celular de 1,65 m x 1,65 m (SEI nº 73334494):

Figura 29 – Carimbo Prancha de Desenho 150/371.A, da NOVACAP.

PLANTA REVISADA EM 08/07/88	
DEPARTAMENTO DE URBANIZAÇÃO - DU	
DIVISÃO DE ÁGUAS PLUVIAS	
150 / 371 A	
GALERIA MOLDADA 1,65 x 1,65 PARA CAPEAMENTO DE 2.00 - 3.00 - 4.00 5.00 - 6.00	
DATA: 28/09/78	ESC: 1/40 - 1/20
PROJ:	COPIA:
CALC:	
TOPOG.	
	Obs

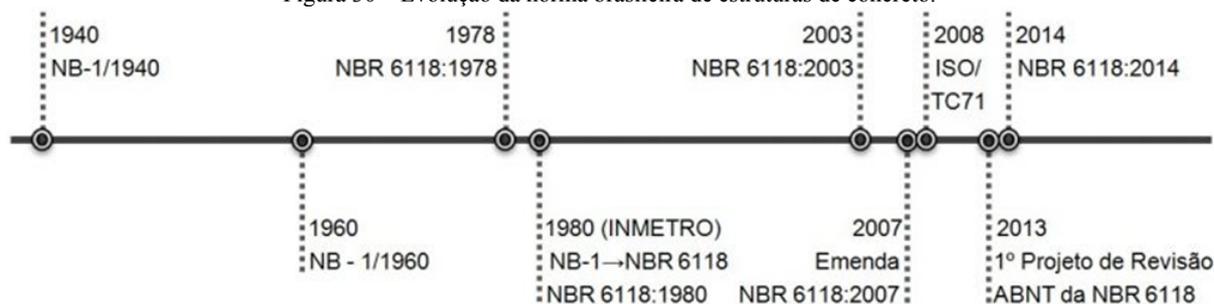
Fonte: adaptado de SEI nº 73334494.

Perceba-se que o projeto-tipo de aduela de 1,65 m x 1,65 m da NOVACAP fora elaborado em **28.09.1978** e revisado em **08.07.1988** (Figura 29), isto é, **já são mais de 40 anos desde sua elaboração e mais de 30 anos desde sua última revisão.**

A “norma-mãe” das estruturas de concreto em nosso país é a NBR 6118 da ABNT, historicamente conhecida como Norma Brasileira 1 – NB-1, elaborada inicialmente em 1940, a qual versava tanto sobre cálculo (projeto) quanto execução de obras de concreto armado.

Devido à constante evolução dos materiais e das técnicas referentes às estruturas de concreto, a NBR 6118 da ABNT passou por revisões com certa periodicidade (PORTO e FERNANDES, 2015, p. 16). Para se ter noção, a Figura 30 mostra a evolução da referida norma até a versão atual de 2014:

Figura 30 – Evolução da norma brasileira de estruturas de concreto.



Fonte: Porto e Fernandes (2015, p. 16).

Segundo Porto e Fernandes (2015, p. 16/17),

A **NB-1 (ABNT, 1940)** possuía **24 páginas em formato A5**, considerava o estágio III para aço e concreto e foi **decretada pelo presidente Getúlio Vargas para uso obrigatório em obras públicas**. Entre as seções abordadas na norma, estavam: generalidades (capítulo I), esforços solicitantes (capítulo II), esforços resistentes (capítulo III), disposições construtivas (capítulo IV), execução de obras (capítulo V), materiais (capítulo VI) e tensões admissíveis (capítulo VII).



Passados 20 anos, foi elaborada a nova versão **NB-1 (ABNT, 1960)** com **19 páginas em formato A4** e com os mesmos capítulos. Essa norma considerava o estágio III para todas as solicitações, **discutia sobre a resistência característica (f_{ck}) e utilizava como referência as normas europeias do *Comité Euro-International du Béton (CEB)***.

A próxima alteração ocorreu em **1978**. Com **76 páginas em formato A4** e as mesmas seções, essa norma fazia considerações a respeito dos **efeitos locais de segunda ordem**. Em **1980**, foi **registrada no Inmetro sob a identificação de NBR 6118 (ABNT, 1980)** com **53 páginas**.

Em **2003**, foi realizada uma **MODIFICAÇÃO EXPRESSIVA** por meio da NBR 6118 (ABNT, 2003). Após mais de 10 anos de trabalho, chegou-se a uma **ESTRUTURA TOTALMENTE REMODELADA em 221 páginas em formato A4**. Nessa norma, a sequência dos capítulos passou por uma **DRÁSTICA MUDANÇA, DANDO-SE PRIORIDADE À PARTE DE PROJETOS** e fazendo-se referência às outras normas apenas no que se refere à execução. Foi feita uma unificação de toda a parte de concreto (simples, armado e protendido), além de uma **INTRODUÇÃO DE QUATRO CLASSES DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CAA)**, observações a respeito dos efeitos globais de segunda ordem, **REQUISITOS DE DURABILIDADE, QUALIDADE E ANÁLISE ESTRUTURAL**.

Em 2007, a NBR 6118 passou por uma emenda, sendo, em **2008**, aprovada pela ISO/TC 71 e **RECONHECIDA COMO UMA NORMA DE PADRÃO INTERNACIONAL**.

Em julho de 2013, foi publicado o primeiro projeto de revisão ABNT da NBR 6118 (ABNT, CB-02, 2013), passando por um prazo de consulta pública para que a nova alteração pudesse ser aprovada. Esse projeto de revisão, com 257 páginas em formato A4, mantinha a estrutura da versão de 2003, apresentando as mesmas seções. Entre as mudanças propostas, estavam: abrangência de classes de concreto com resistência de até 90 MPa, exigência de avaliação da conformidade do projeto por um profissional habilitado, introdução de critérios que focavam a durabilidade, aumento na dimensão mínima dos pilares de 12 cm para 14 cm e melhoria quanto à segurança na produção de pilares muito esbeltos.

Após período de análise e discussão do primeiro projeto de revisão ABNT da NBR 6118, foi publicada a NBR 6118 em abril de 2014. Esta, no entanto, foi cancelada e substituída pela versão corrigida da NBR 6118 (ABNT, 2014), que incorpora a Errata 1, de 7 de agosto de 2014.

Essa última versão da norma passou a estabelecer requisitos e procedimentos de projeto para **estruturas de concreto que apresentam alto desempenho, com resistência de compressão de até 90 MPa**, abrangendo, dessa forma, os concretos do grupo II de resistência (C55 a C90). Para tal mudança, foram ajustados os domínios de cálculo, o diagrama tensão-deformação do concreto e a formulação para obtenção do módulo de elasticidade E_c , que agora leva em consideração o tipo de agregado.

A **REVISÃO DA NORMA** a cada cinco anos **É DE EXTREMA IMPORTÂNCIA PARA QUE, DESSA FORMA, OS NOVOS CONCEITOS SEJAM INTRODUZIDOS DE MANEIRA GRADATIVA E PARA QUE ELA SE ADEQUE ÀS NOVAS TECNOLOGIAS EMPREGADAS NOS MATERIAIS E NAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS**. (grifo nosso)

Sendo assim, percebe-se que, com o passar do tempo, a NBR 6118 da ABNT foi evoluindo não apenas em número de páginas (ainda que isso denote a inclusão de maior quantidade de considerações a serem feitas pelos projetistas na etapa de elaboração dos projetos),

mas também passando a adotar requisitos de durabilidade, qualidade e análise estrutural[40], culminando com o alcance do nível de normalização internacional, mediante o reconhecimento da *International Organization for Standardization* – ISO.

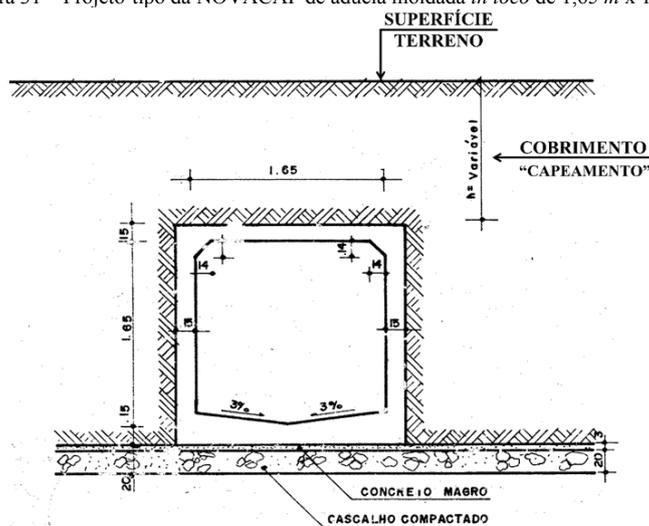
Ou seja, em se tratando de estruturas de concreto no Brasil, pode-se dizer que a maior mudança de paradigma ocorreu no ano de 2003, em que a NBR 6118 da ABNT passou a priorizar a elaboração de projetos, enquanto os aspectos referentes à execução (construção) passaram a ser descritos em outras normas específicas. Além disso, nesse mesmo ano, houve a introdução das classes de agressividade ambiental – CAA e dos requisitos de durabilidade, qualidade e análise estrutural, questões cruciais na etapa de elaboração dos projetos.

Com isso, percebe-se que não somente a versão do ano de 2003, como também todas as sucessoras a ela, são posteriores às últimas versões de todos os projetos-tipo acostados na Tabela 30, razão pela qual, apenas do ponto de vista cronológico, já é possível constatar a desatualização dos projetos.

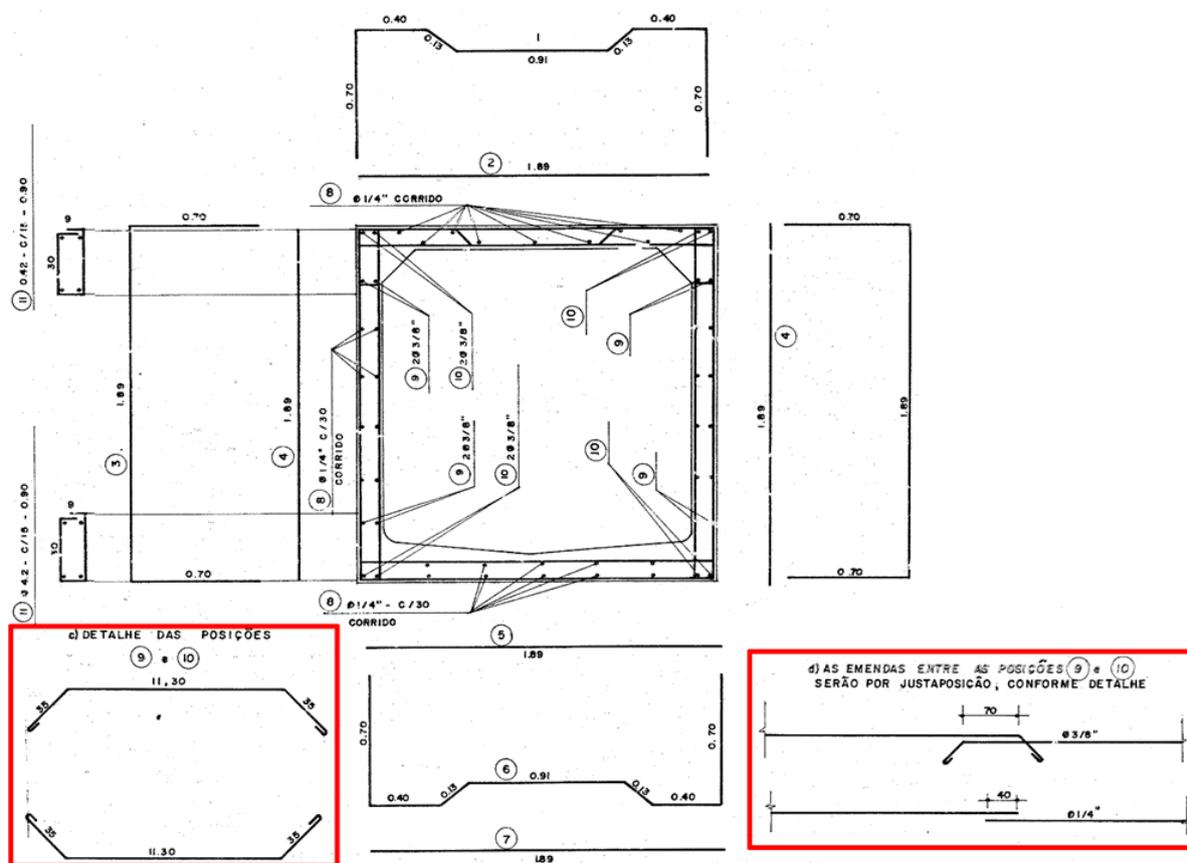
Sem embargo, supondo que o descompasso cronológico entre a atual versão da NBR 6118 da ABNT e os projetos-tipo da NOVACAP, per se, não fosse suficiente para requerer uma avaliação crítica destes, o leitor poderia se questionar sobre a possibilidade de se utilizar tais projetos de modo a “conformá-los”, “adaptá-los” à realidade das aduelas pré-moldadas.

A fim de responder a esse questionamento, será preciso descer em níveis mais técnicos. Para tanto, recorrer-se-á a outros aspectos contidos na Prancha de Desenho 150/371.A (Figura 31), referente à galeria celular de 1,65 m x 1,65 m (SEI nº 73334494).

Figura 31 – Projeto-tipo da NOVACAP de aduela moldada *in loco* de 1,65 m x 1,65 m.



(a) Vista em corte.



(b) Detalhamento das armaduras (“ferragens”).

OBSERVAÇÃO
1) - SOBRE CARGA ACIDENTAL 4.000 kg/m
2) - AÇO CA50B
3) - f_c 28 dias = 225 Kg/cm - CONTROLE REGULAR
5) - RECOBRIMENTO MÍNIMO DA FERRAGEM 3cm

(c) Notas da prancha de desenho.

Fonte: adaptado da Prancha de Desenho 150/371.A da NOVACAP (SEI nº 73334494).

A começar pela disposição das armaduras (Figura 31b), note-se que os detalhes “c” e “d” das Posições 9 e 10 demonstram a utilização de vergalhões[41] com 12,0 m de comprimento ($11,30\text{ m} + 2 \times 0,35\text{ m}$) que devem ser emendados por traspasse[42]. Logo, a partir dessas informações, é possível afirmar que, em se tratando de aduelas de concreto armado, esse tipo de arranjo de armadura somente é possível em estruturas moldadas *in loco*, pois, como pode ser visto no subitem II.4.1 do Anexo II, as galerias celulares pré-moldadas usualmente têm comprimento útil de 1,00 m, inviabilizando alojar barras de 12,0 m para as Posições 9 e 10.

Além disso, como salientado no subitem II.4.2.2 do Anexo II, que nas aduelas pré-moldadas é corrente e justificável a armadura ser “**constituída de telas soldadas e, se necessário, barras de aço**” (EL DEBS, 2018, p. 40, grifo nosso), vê-se que o arranjo da Figura 31b, não se mostra o mais adequado, haja vista ser composto apenas de barras. Assim, pode-se dizer que o arranjo das armaduras do projeto-tipo da NOVACAP com o emprego de vergalhões apresenta, entre outras, as desvantagens de **aumento do tempo da mão de obra** com o corte, dobra, posicionamento e amarração da armadura, bem como de **aumento do consumo de aço** (da ordem de 20%) devido à diferença da resistência de escoamento do aço da tela soldada (normalmente CA-60 com $f_{yk} = 600 \text{ MPa}$) e com o aço da armadura CA-50 ($f_{yk} = 500 \text{ MPa}$) (EL DEBS, 2018, p. 38). Um exemplo de arranjo com o emprego das telas soldadas pode ser visto no subitem II.4.2.3 do Anexo II, em que se ilustrou um projeto-tipo do DNIT.

Já do ponto de vista da resistência característica à compressão do concreto (f_{ck})^[43], importa enfatizar que a NBR 6118:1980 da ABNT, que vigia à época da emissão inicial dos projetos-tipo acostados na Tabela 30, tratava sobre a resistência mecânica do concreto da seguinte forma:

8.2.3 Resistência mecânica

O concreto, quer preparado no canteiro quer pré-misturado, deverá apresentar uma **resistência característica f_{ck} , não inferior a 9 MPa** e compatível com a adotada no projeto. O concreto pré-misturado deverá ser fornecido com base na resistência característica. (grifo nosso)

Atualmente, como citado, a NBR 6118:2014 da ABNT é aplicável a algumas classes de resistência do concreto, quais sejam:

8.2 Concreto

8.2.1 Classes

Esta Norma se aplica aos concretos compreendidos nas **classes de resistência dos grupos I e II, da ABNT NBR 8953, até a classe C90**.

A classe C20, ou superior, se aplica ao concreto com armadura passiva e a classe C25, ou superior, ao concreto com armadura ativa. A classe C15 pode ser usada apenas em obras provisórias ou concreto sem fins estruturais, conforme a ABNT NBR 8953. (grifo nosso)

Por sua vez, as supracitadas classes de resistência dos concretos para fins estruturais estão dispostas na NBR 8953:2015 da ABNT nos seguintes termos:

4 Classes de resistência

4.1 Os concretos para fins estruturais são classificados nos grupos I e II, conforme a resistência característica à compressão (f_{ck}), determinada a partir do ensaio de corpos de prova moldados de acordo com a ABNT NBR 5738 e rompidos conforme a ABNT NBR 5739 [...], sendo permitida a especificação de valores intermediários.



4.2 Os concretos com classe de resistência inferior a C20 não são estruturais e, caso sejam utilizados, devem ter seu desempenho atendido conforme ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655. (grifo nosso)

Tais grupos e classes de resistência estão listados na Tabela 31:

Tabela 31 – Grupos e classes de resistência de concretos estruturais.

Grupo	Classe de Resistência	Resistência Característica à Compressão – f_{ck} (MPa)
Grupo I	C20	20
	C25	25
	C30	30
	C35	35
	C40	40
	C45	45
Grupo II	C50	50
	C55	55
	C60	60
	C70	70
	C80	80
	C90	90
	C100	100

Fonte: adaptado da Tabela 1, da NBR 8953:2015 da ABNT.

Já a NBR 15396:2018 da ABNT, que versa sobre aduelas de concreto armado pré-moldadas, preconiza:

5.2.1.2 Resistência do concreto

5.2.1.2.1 Na produção das aduelas deve ser usado concreto com classe de resistência característica à compressão mínima C25 (f_{ck} maior ou igual a 25 MPa). Na data de manuseio é requerido f_{ck} maior ou igual a 20 MPa.

5.2.1.2.2 A resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) definida pelo projeto deve ser consequência de análises de dimensionamento estrutural, respeitados os requisitos específicos desta Norma e desde que atendidas as condições impostas pela agressividade ambiental do meio, conforme especificações das ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 12655. (grifo nosso)

Portanto, enquanto na década de 80 era permitido o emprego de concretos com resistência mecânica a partir de 9 MPa, atualmente, os concretos com f_{ck} inferior a 20 MPa não são estruturais. Inclusive, para o caso específico de produção (confecção) de aduelas de concreto armado pré-moldadas, o f_{ck} mínimo deve ser de 25 MPa. A mais disso, passou-se a exigir o

atendimento às condições impostas pela agressividade ambiental do meio ambiente[44] (conforme classificação definida pelo item 6.4, da NBR 6118:2014 da ABNT), algo que não existia quando da elaboração dos projetos-tipo da NOVACAP.

Diante disso, observe-se da Figura 31c, que houve a especificação de uma resistência característica de 225 kgf/cm^2 , que corresponde a $22,5 \text{ MPa}$ [45], valor inferior ao especificado para aduelas pré-moldadas segundo o item 5.2.1.2.1, da NBR 15396:2018 da ABNT, corroborando novamente em desfavor à utilização dos projetos-tipo da NOVACAP para a confecção de aduelas pré-moldadas.

De sua vez, há ainda que se trazer à tona a questão das ações[46] (cargas) a serem consideradas no dimensionamento estrutural.

Como também elucidado no subitem II.4.2 do Anexo II, em se tratando de aduelas de concreto armado pré-moldadas, diferentemente daquelas moldadas *in loco*, faz-se necessário considerar outras situações de cálculo além da situação definitiva da estrutura, isto é, que envolvam situações transitórias de manuseio (desmoldagem, transporte e armazenamento) e de construção (montagem), as quais podem apresentar solicitações mais desfavoráveis.

A saber, essas situações transitórias correspondem àquelas em que os elementos pré-moldados estão sujeitos após o endurecimento do concreto até sua colocação no local definitivo (EL DEBS, 2018, p. 3), decorrentes de ações de construção (carregamentos de construção), que devem ser consideradas quando houver risco de ocorrência de estado-limite[47] durante a fase de construção[48]. Assim, o projetista estrutural das aduelas pré-moldadas deverá considerar as ações tanto para a situação definitiva quanto para as situações transitórias.

Especificamente no tocante à situação definitiva, cabe destacar duas ações importantes descritas no subitem II.4.2.1 do Anexo II, quais sejam:

1. A carga do solo de cobrimento sobre a aduela (pressões verticais do solo); e
2. As cargas produzidas por sobrecargas de tráfego (pressões verticais de ações móveis[49]).

A primeira delas refere-se ao cobrimento de solo das aduelas, o qual está denominado de “*CAPEAMENTO*” nos projetos-tipo da NOVACAP. Trata-se de uma ação permanente[50] decorrente da altura de solo de cobrimento, que é a diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz superior externa da galeria[51], isto é, a altura do (re)aterro sobre a laje superior das aduelas, consoante destacado na Prancha de Desenho 150/371.A, relativa à aduela de $1,65 \text{ m} \times 1,65 \text{ m}$ (Figura 31a).



Atente-se que os cobrimentos de solo considerados quando da elaboração dos projetos-tipo da NOVACAP variavam, a cada metro de profundidade, de 2,00 m a 6,00 m (Tabela 30).

Ocorre que, ao compulsar a planilha hidráulica dos trechos de rede do Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839) sintetizada no Anexo III, é possível notar que, para os trechos da Rede 1 compreendidos entre os poços de visita PV 48 e PV 49, bem como entre o PV 49 e o PV 50, haverá **cobrimentos de solo acima dos 6,00 m**, resultando em cargas oriundas do cobrimento de solo maiores que as consideradas nos projetos-tipo da NOVACAP, inviabilizando a sua utilização ao caso concreto, por não respeitar o requisito legal da segurança.

Já em relação à segunda ação, frisa-se que na Prancha de Desenho 150/371.A (Figura 31c) há a indicação de uma “*SOBRECARGA ACIDENTAL*” de 4.000 kg/m. A título de conhecimento, o vocábulo “sobrecarga” refere-se à carga “*que pode ser acrescentada ou retirada de uma estrutura, como equipamentos, veículos, pessoas e materiais*” (LEET, UANG e GILBERT, 2010, p. 769), a qual, em tese, pode se enquadrar no caso da carga móvel de que se fala. Todavia, como não se sabe quais foram as premissas de cálculo que resultaram nesse valor (haja vista a equipe de auditoria não ter tido acesso às memórias de cálculo), não é possível afirmar se o cômputo das sobrecargas rodoviárias, *exempli gratia*, está contemplado nos projetos-tipo da NOVACAP, algo que carece de investigação por seus profissionais técnicos.

Em face do até então exposto, defende-se que os projetos-tipo da NOVACAP não podem servir de critério construtivo para a execução das aduelas do Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839), porquanto demandariam ajustes para se conformarem à realidade atual das normas da ABNT, sobretudo no que toca a metodologia construtiva da pré-moldagem.

Quanto a isso, do ponto de vista de direitos autorais (direitos de autor), destaca-se que os projetos de engenharia são obras intelectuais (serviços técnicos profissionais especializados) protegidas por lei (inciso X, do art. 7º, da Lei Federal nº 9.610, de 1998). Nesse sentido, o “caput”, do art. 17, da Lei Federal nº 5.194, de 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 (Incisos IV e V, ambos do art. 24, c/c art. 27, todos da Lei federal nº 9.610, de 1998).

Dessa forma, segundo o art. 18, da Lei federal nº 5.194, de 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.

Além do mais, quando se contrata uma obra com a base em um projeto desatualizado, assume-se o risco de que as soluções previstas não sejam mais adequadas para atender à necessidade atual da contratação. Assim, dá-se ensejo a revisões de projeto em fase de obras, que podem elevar o custo do empreendimento a valores além daqueles que haviam sido previstos quando da fase de planejamento.

Como forma de exemplificar algo semelhante, será citado novamente o caso das obras públicas de Vicente Pires em que se reconheceu que a metodologia construtiva da moldagem no local para aduelas (galerias celulares), inicialmente prevista no projeto e consonante com a NS 01-NOVACAP, não se mostrava a mais adequada durante a execução das obras. Para tanto, serão acostadas as manifestações de três executantes de contratos distintos, inclusive da firma projetista[52].

A começar pelo Contrato nº 019/2016 – SINESP, que fora celebrado com uma das empresas que compõem o CONSÓRCIO G5 ESPM – a CONSTRUTORA ARTEC S/A –, notou-se que a construtora alegou em seu pleito de aditamento contratual o que segue:

As redes previstas inicialmente no contrato foram distribuídas em diâmetros entre 0,60 a 1,50m, o novo projeto está prevendo redes entre 0,60 a 2,0m, Galerias Pré-moldada entre 1,65x1,65m até 2,40x2,40m e Túnel Line com diâmetros entre 1,20m, 1,60m, 2,20m, 2,40m e 2,80m.

O CONTRATO ESTAVA PREVISTO INICIALMENTE GALERIAS MOLDADAS EM LOCO, ENTRETANTO DEVIDO A OBRA SER EXECUTANDO EM RUAS COM GRANDE TRÂNSITO DE VEÍCULOS E DEVIDO AS PROFUNDIDADES DESTAS (ENTRE 4,50M ATÉ 6,3M), INVIABILIZA DEIXAR AS VIAS ABERTAS EM PERÍODOS DE ATÉ 30 DIAS, trechos em torno de 200 metros, GERANDO RISCOS DE ACIDENTES, DANOS AO PATRIMÔNIO PÚBLICO, EM COMÉRCIOS E RESIDÊNCIAS PRÓXIMAS AS VALAS (QUEDAS DE MUROS, POSTES, ADUTORAS, REDES DE ÁGUA, RACHADURAS EM CASAS E COMÉRCIOS). (Carta nº 068/2018, de 27.08.2018, SEI nº 11992307, p. 1/2, grifo nosso)

A seu turno, com relação ao Contrato nº 008/2016 – SINESP, o executante aduziu também em sede de alteração contratual:

NA NOVA REDE 81 QUE FOI REDIMENSIONADA (antes tinha os diâmetros, na rua 04, entre 0,80m a 1,50m) serão utilizados tubos com o diâmetro de 1,75m e galerias com 2,00m e 2,20m de largura na rua 04. **AS GALERIAS A SEREM EXECUTADAS SERÃO PRÉ-FABRICADAS, VISANDO AGILIZAR A EXECUÇÃO TENDO ASSIM UM MENOR TEMPO DE INTERRUÇÃO** da rua 04 e **MAIOR SEGURANÇA NA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.** Projeto, aprovado pela Novacap e notas de serviço das redes em anexo (Expediente s/n, de 08.06.2018, SEI nº 10771950, p. 1, grifo nosso)



Relativamente a esse último contrato, houve inclusive anuência da firma projetista à época, *in verbis*:

[...] FORAM ESPECIFICADAS NO PROJETO EXECUTIVO DA REDE 81 AS GALERIAS CELULARES PRÉ-MOLDADAS EM CONCRETO ARMADO (ADUELAS), MANTENDO AS SEÇÕES PADRÕES DA NOVACAP.

AS GALERIAS PRÉ-MOLDADAS SÃO PRODUZIDAS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS E CHEGAM QUASE PRONTAS AO CANTEIRO, O QUE PODE REPRESENTAR *GANHO DE TEMPO, QUALIDADE E DURABILIDADE* NA IMPLANTAÇÃO DE UMA REDE. No caso do SHVP, um fator relevante é as interferências encontradas na execução das redes, como por exemplo o tráfego constante de pessoas/veículos e imóveis próximos as escavações. (Expediente s/n, de 06.08.2018, SEI nº 10777281, p. 30, grifo nosso)

Por fim, quanto ao Contrato nº 003/2018 – SINESP, informou-se:

De acordo com a readequação do projeto executivo apresentado, laudos de sondagem e parecer técnico de empresa especializada em projetos e estudos de solos **ESTAMOS SUBSTITUINDO O MÉTODO EXECUTIVO DAS GALERIAS DE 2,0X2,0M DE MOLDADO *IN-LOCO* PARA GALERIAS PRÉ-MOLDADAS, TAL MUDANÇA SE FEZ NECESSÁRIA POR VÁRIOS MOTIVOS DENTRE ELES O FATO DAS VALAS SEREM BASTANTE PROFUNDAS** e a grande presença de solo mole, pois **UMA GALERIA MOLDADA *IN LOCO* NECESSITA QUE A VALA FIQUE ABERTA POR PELO MENOS 60 DIAS ATÉ QUE TODAS AS SUAS ETAPAS DE FORMA, FERRAGEM E CONCRETAGEM ESTEJAM COMPLETAMENTE ACABADAS** e em se tratando de solo mole este trecho teria graves problemas com desmoronamentos, mesmo estando escorado conforme as normas vigentes, sem contar que **A EXECUÇÃO DO NOVO MÉTODO PROPOSTO É MUITO MAIS RÁPIDA, SEGURA E DE MAIOR QUALIDADE CAUSANDO MENOS TRANSTORNOS A POPULAÇÃO** de Vicente Pires. Temos que pensar que esta grande obra que está sendo executada em Vicente Pires trata-se de uma readequação e não uma implantação, pois a cidade já está completamente adensada e teve seu crescimento totalmente desordenado, dificultando bastante implementar a execução das galerias moldadas no local, este método é indicado para implantações novas onde não temos um trânsito intenso de veículos e pessoas, para o caso de Vicente Pires o correto a se fazer é executarmos a galeria pré-moldada visando mitigar todo e qualquer problema que possa ocorrer com a execução das obras. (Expediente s/n, de 05.09.2018, SEI nº 12884106, p. 7/8, grifo nosso)

Quer dizer que a Administração concordou com os pleitos de alteração da metodologia construtiva de moldagem no local prevista em projeto para pré-moldagem, com os benefícios que esta metodologia oferece, notadamente velocidade de construção e custo.

O caso foi apenas para ilustrar que a Administração já se ateu a esse assunto. Não com o viés da desatualização dos projetos, é verdade. Entretanto, indiretamente se discutiu a “desatualização da metodologia construtiva”, vez que a pré-moldagem tem se mostrado, em geral nos últimos anos, mais vantajosa técnica e economicamente para o assentamento de galerias celulares enterradas.



Sendo assim, como se defendeu que os projetos-tipo da NOVACAP não podem servir de baliza para a execução dos elementos pré-moldados, há que se compreender se o executante poderá suprir essa lacuna de projeto para as obras de reformulação do sistema viário na ESPM.

Projeto executivo a cargo do executante

É sabido que, nos termos da Lei Federal nº 8.666, de 1993, as licitações para a execução de obras de engenharia devem obedecer à seguinte sequência de etapas: a) projeto básico, b) projeto executivo e c) execução das obras e serviços.[53] A execução de cada etapa será obrigatoriamente precedida da conclusão e aprovação, pela autoridade competente, dos trabalhos relativos às etapas anteriores, à exceção do projeto executivo, o qual poderá ser desenvolvido concomitantemente com a execução das obras e serviços, desde que também autorizado pela Administração.[54]

Logo, admite-se que sejam entregues à responsabilidade do executante, como encargo, e desde que expressamente previsto no edital, apenas a elaboração do projeto executivo da obra, cujo principal escopo é o de continuação e detalhamento do projeto básico, não se admitindo, por isso, que o projeto executivo traga alterações significativas nos quantitativos dos serviços mais relevantes, em termos financeiros, estimados pelo projeto básico e nas principais soluções técnicas nele adotadas.[55]

Ocorre que o instrumento convocatório restou silente acerca da autorização de elaboração do projeto executivo das aduelas concomitantemente à execução das obras. Sem embargo, considerando ser prática do mercado que os projetos estruturais das aduelas de concreto armado pré-moldadas sejam elaborados por solicitação do comprador (ver anexo A, da NBR 15396:2018 da ABNT), recomendar-se-á à SODF que exija que o executante apresente novos projetos contendo todos os detalhamentos necessários (consoante sintetizado no subitem II. 4 do Anexo II). Para tanto, deverão ser definidas as seguintes informações de projeto:

Figura 32 – Informações de projeto necessárias.



Fonte: ABTC (2021, p. 27).

O que não deve impedir a NOVACAP de atualizar os projetos-tipo atuais de aduelas moldadas *in loco*, bem como de elaborar novos projetos-padrão para o caso de aduelas pré-moldadas, **inclusive com a consideração das seções-padrão da ABNT**. Pois a manutenção das seções-tipo da Empresa Pública nos dias de hoje pode propiciar uma **falha de mercado**, na medida que fornecedores locais (e até regionais) podem estar habituados a comercializar apenas as dimensões padronizadas pela ABNT e não as da NOVACAP.

Manifestação das Unidades Auditadas

Tendo sido apresentadas as constatações e as recomendações propostas às Unidades Auditadas no dia 06.04.2022, por meio do IAC nº 1/2022 – DATOS/COLES/SUBCI/CGDF (SEI nº 82581114), os intervenientes se manifestaram conforme será exposto na sequência.

De antemão, salienta-se que **a NOVACAP remanesceu inerte sem qualquer pronunciamento** acerca da desatualização dos projetos-tipo de aduelas de concreto armado, em que pese o documento ter sido remetido à Seção de Projetos e Orçamentos – SEPROJ, da



Divisão de Projetos – DIPROJ, do Departamento de Infraestrutura Urbana – DEINFRA, da Diretoria de Urbanização – DU, mediante o Despacho – NOVACAP/PRES/DU/DEINFRA /DIPROJ (SEI nº 84237700).

Oportuno é recordar que a Empresa Pública detém a outorga legal da prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Distrito Federal[5]. Razão pela qual compete à DU coordenar e controlar a implantação e manutenção dos Sistemas de Drenagem de Águas Pluviais, sob a responsabilidade da NOVACAP (inciso VI, do art. 21, do Regimento Interno da Companhia, SEI nº 31847411). Tanto é que a DIPROJ possui em seu rol, entre outras, as seguintes competências:

Art. 24. À Divisão de Projetos, unidade orgânica de supervisão e execução, diretamente subordinada ao Departamento de Infraestrutura Urbana, **compete**:

I - **supervisionar e controlar a execução e o desenvolvimento das atividades** relativas à **projetos** e orçamentos, topografia e cadastro;

II - **coordenar e controlar a elaboração dos projetos de drenagem de águas pluviais**, pavimentação e urbanização;

III - **fornecer elementos técnicos, relativos a projetos de drenagem de águas pluviais**, pavimentação e urbanização **que se fizerem necessários à realização de licitações**;

[...]

V - **elaborar e avaliar os projetos e orçamentos das obras de drenagem de águas pluviais**, de pavimentação e de urbanização;

[...]

XIII - **providenciar os dados necessários ao detalhamento técnico e orçamentário dos projetos de drenagem de águas pluviais**, pavimentação, edificação e urbanização;

[...]

XX - **executar a fiscalização permanente de projetos de drenagem de águas pluviais**, de pavimentação e urbanização, **contratados com terceiros**; (Regimento Interno SEI-GDF – NOVACAP/PRES/SECRE, SEI nº 31847411, grifo nosso)

Ou seja, apesar de haver previsão legal de prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Distrito Federal por parte da Entidade, envolvendo, do ponto de vista regimental, as atividades de implantação e manutenção dos Sistemas de Drenagem de Águas Pluviais, inclusive no aspecto operacional de elaboração, aprovação e fiscalização dos projetos de drenagem de águas pluviais, **repisa-se que a Unidade não poderia se furtar de atualizar os seus projetos-padrão**, vez que estão amparados em estudos defasados em relação aos critérios técnicos da ABNT atualmente vigentes, além de afrontar, *in concreto*, particularmente o inciso X, do art. 6º, e o art. 12, ambos da Lei Federal nº 8.666, de 1993, bem como, *in abstracto*, o inciso IX, do “caput”, do art. 42, da Lei Federal nº 13.303, de 2016.



Por essa razão, a recomendação inicial “R.3” do Informativo de Ação de Controle (alterada para “R.5” no presente relato) será mantida para fins de registro e monitoramento por esta CGDF.

De sua vez, no âmbito da SODF, quanto à recomendação inicial “R.4” do IAC (alterada para “R.6” no presente relato) acerca da apresentação pelo executante do projeto estrutural executivo das galerias celulares de concreto armado pré-moldadas, acompanhado de memória de cálculo e ART, foi informado o seguinte:

[...] lembramos que **a contratada encaminhou a essa secretaria** através da carta id. 86316183 no processo 00110-00001491/2022-46 **a preocupação da confidencialidade do projeto das galerias** (Despacho – SODF/SUAF/UNEÓBRAS, de 17.05.2022, SEI nº 86663915, grifo nosso)

A saber, o executante condicionou a apresentação do projeto estrutural executivo das aduelas de concreto armado pré-moldadas e da respectiva ART à assinatura de um “*termo de confidencialidade*” por parte da Secretaria sob a alegação da existência de supostos “*segredos industriais*”, *in verbis*:

Como é do conhecimento de V. Sa., em reunião realizada nas dependências desta d. Secretaria, para tratar de inúmeros assuntos relacionados à execução do Contrato nº 022/2021, foi determinado ao Consórcio G5 que apresentasse até dia 12.05.2022 (quinta-feira) o projeto executivo das galerias, devidamente acompanhado das ART’s.

Contudo, como se sabe, **a elaboração de projetos executivos envolve o emprego de segredos industriais, que não raras vezes foram objeto de anos de desenvolvimento e de investimento por parte das empresas, com o objetivo de se destacarem no ramo em que atuam.**

Desse modo, **o Consórcio esclarece que não se recusa a apresentar o projeto executivo das galerias objeto do Contrato nº 022/2021, mas solicita a esta d. Secretaria que lhe envie um termo de confidencialidade, garantindo que tais documentos serão armazenados em local seguro e que jamais serão disponibilizados ou publicizados, bem como levados ao conhecimento de terceiros,** sob pena de serem adotadas medidas judiciais cabíveis à responsabilização pessoal dos agentes públicos que os divulgarem. (CARTA CG5 Nº 72/2022, de 12.05.2022, SEI nº 86316183, grifo nosso)

Acerca da confidencialidade suscitada, faz-se oportuno esclarecer alguns aspectos.

Primeiramente, o vocábulo “segredo”, segundo De Plácido e Silva (2016), “*exprime o que se tem em conhecimento particular, sob reserva, ou ocultamente*”, isto é, “*o que não se deve, não se quer ou não se pode revelar, para que não se torne público ou conhecido.*” Nessa esteira, diversos podem ser os bens jurídicos tutelados, de modo a serem empregadas, entre outras, as expressões segredo de correspondência, segredo de Estado, segredo de fábrica (ou industrial), segredo de justiça, segredo dos negócios, segredo funcional e segredo profissional.



Quando se objetiva a proteção de tecnologias, emprega-se o chamado segredo de fábrica (também conhecido como segredo industrial), que é entendido como sendo os meios ou métodos de fabricação introduzidos por um estabelecimento fabril (ou industrial) em consequência da experiência ou da diligência de seus orientadores, os quais lhe asseguram melhor e mais perfeita produção. E, por serem particulares ao estabelecimento, formam um segredo que é dele, razão pela qual não devem ser divulgados pelas pessoas que os conhecerem em razão de cargo ou serviço ocupado dentro ou fora do estabelecimento (DE PLACIDO E SILVA, 2016).

Nas palavras de Barbosa (2010, p. 636), o segredo de fábrica provém da noção clássica da figura denominada *trade secret* da jurisprudência norte-americana, que a define como “*um conjunto de informações, incorporadas ou não a um suporte físico, que por não ser acessível a determinados concorrentes representa vantagem competitiva para os que o possuem e o usam.*”

Pois bem, se o segredo for tomado nesse sentido, em princípio, entende-se que ele deve ser guardado, tutelado pela confidencialidade. Tanto é que, ao compulsar os autos do Processo SEI nº 00110-00001491/2022-46, notou-se que o órgão jurídico da SODF, após consulta às unidades técnicas (SEI nº 88487806), bem como arrimado em dispositivos da Lei Federal nº 13.709, de 2018 (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD), e no Parecer nº 360/2019, da Procuradoria Geral do Consultivo e de Tribunais de Contas – PGCONS, da Procuradoria-Geral do Distrito Federal – PGDF (SEI nº 26394416 ou 89977577), proferiu o Parecer SEI-GDF n.º 203/2022 – SODF/AJL (SEI nº 89921853), anuindo com a lavratura do Termo de Confidencialidade e Sigilo exigido pelo contratado, que veio a ser acordado em 25.08.2022 (SEI nº 94196450).

A equipe de auditoria não se ateu a avaliar os termos do aludido acordo, porquanto tecido de aspectos jurídicos e econômicos que fogem ao escopo desta auditoria, mas decidiu compulsar os projetos executivos entregues pelo CONSÓRCIO G5 ESPM por dois motivos. Primeiramente porque a remessa desses projetos foi motivada pela recomendação inicial “R.4” do Informativo de Ação de Controle (alterada para recomendação “R.6” no presente relatório). E, em segundo lugar, porque, ainda que tenha sido pactuado o Termo de Confidencialidade e Sigilo (SEI nº 94196450), o acesso aos referidos projetos por parte desta CGDF não configura quebra de confidencialidade e sigilo. Nesse sentido, é preciso saber que, segundo a jurisprudência do Tribunal de Contas da União – TCU (Acórdãos nºs 563, de 2017, e 594, de 2019, ambos do Plenário), a transferência de dados e informações sigilosos entre órgãos da Administração Pública legalmente qualificados para detê-los não configura quebra de confidencialidade, na medida que o dever de sigilo imposto ao detentor original da informação (SODF, *in casu*) passa também a obrigar o novo detentor (CGDF, *in concreto*).

Dito isso, informa-se, de antemão, que **não foi encontrada a memória de cálculo** que suportasse os detalhes constantes dos projetos, **mas apenas a ART nº 0720220067603** (SEI nº 95168213), registrada em 18.08.2022, referente a “*Projeto de Galerias com diâmetros Variados de 1,65 x 1,65 a 3,0 x 3,0*”. A esse respeito, é sabido que a NBR 15396 da ABNT preceitua que as soluções estruturais adotadas, além de serem definidas por engenheiro devidamente habilitado, que será o responsável técnico pelo projeto, devem ser apresentadas com memória de cálculo do dimensionamento estrutural e respectivo desenho de fôrma e armação[56], razão pela qual sua apresentação é obrigatória.

A saber, a primeira remessa dos referidos projetos foi entregue anexa à CARTA CG5 Nº 134/2022, de 05.09.2022 (SEI nº 95168011), mas que, após uma primeira análise empreendida pela supervisora mediante o “*Relatório de Projeto – 003*”, de 09.2022 (SEI nº 95655676), culminou em revisões, bem como no acréscimo de nova prancha de desenho. Com isso, foi expedida uma segunda remessa anexa à CARTA CG5 Nº 182/2022, de 16.11.2022 (SEI nº 100138238), a qual também foi analisada pela supervisora mediante o “*Relatório de Projeto – 004*”, de 11.2022 (SEI nº 100549727), e que, diante dos novos apontamentos desta, resultou na entrega de uma terceira remessa de projetos anexa à CARTA CG5 Nº 182/2022, de 16.11.2022 (SEI nº 100138238). Ao final, a supervisora expediu o “*Relatório de Projeto – 005*”, de 12.2022 (SEI nº 102094918), no qual consignou que os projetos entregues pelo executante foram por ela aprovados.

Logo, para as três remessas foram entregues as seguintes pranchas de desenho:

Tabela 32 – Projetos estruturais executivos das aduelas de concreto armado pré-moldadas do CONSÓRCIO G5 ESPM.

Título da Prancha	Objeto	Protocolo SEI			Data de Elaboração	ART
		Primeira Remessa	Segunda Remessa	Terceira Remessa		
GL-1,65-1,65-02 REV.00	Galeria de 1,65 x 1,65 – Tipo 2	95168219	100138443	101614050	12.06.2009	0720220067603
BSCC – 1,80 x 1,80 x 1,00m	Bueiro Simples Celular de Concreto – BSCC de 1,80 x 1,80 x 1,00 m	-	100138437	-	06.2022	-
GL-2,0-2,0-02 REV.00	Galeria de 2,00 x 2,00 – Tipo 2	95168224	100138428	101614026	12.06.2009	0720220067603
GL-2,40-2,40-02 REV.00	Galeria de 2,40 x 2,40 – Tipo 2	95168235	-	-	12.06.2009	0720220067603
GL-3,0-3,0-02 REV.00	Galeria de 3,00 x 3,00 – Tipo 2	95168245	-	-	12.06.2009	0720220067603

Note-se da Tabela 32 que, na segunda remessa, foram encaminhadas as revisões das pranchas referentes às galerias de 1,65 m x 1,65 m e de 2,00 m x 2,00 m, bem como houve a emissão inicial da prancha de desenho da galeria de 1,80 m x 1,80 m (denominada no projeto de bueiro simples celular de concreto – BSCC, nomenclatura essa que está elucidada no subitem II. 1 do Anexo II). Por sua vez, na terceira remessa, foram reencaminhadas as pranchas atinentes às galerias de 1,65 m x 1,65 m e de 2,00 m x 2,00 m, apenas para substituir o ano de referência da NBR 15396, que inicialmente estava “NBR-15.396/2006” e passou a ser “NBR-15.396/2018” (algo não ocorrido nas pranchas das aduelas de 1,80 m x 1,80 m, 2,40 m x 2,40 m e 3,00 m x 3,00 m).

Ao compulsar as pranchas de desenho, notou-se que a data constante dos carimbos é 06.2009, exceto a da galeria de 1,80 m x 1,80 m, que está datada de 06.2022. O que chama a atenção é que, nas pranchas datadas de 2009, há a menção expressa da ART nº 0720220067603, que somente veio a ser registrada em 18.08.2022, isto é, em data posterior à elaboração de todas as pranchas apresentadas.

Em acréscimo, reparou-se que, enquanto as pranchas datadas de 2009 indicam a logomarca de uma das empresas do CONSÓRCIO G5 ESPM (Figura 33a) e o nome do profissional da supracitada ART, a recente prancha de 2022 apresenta responsável técnico diferente, bem como logomarcas de empresas alheias ao Contrato nº 022/2021 – SODF (Figura 33b).

Figura 33 – Logomarcas de empresas apresentadas nas pranchas de desenho.



(a) Pranchas de 2009.



(b) Prancha de 2022.

A equipe de auditoria constatou que as logomarcas das empresas indicadas no carimbo da prancha de desenho das aduelas de 1,80 m x 1,80 m (Figura 33b) também constaram dos cabeçalhos de cotações de preços apresentadas pelo executante nos documentos PROP. 0189, de 09.09.2022 (SEI nº 99140774), e PROP. 0197, de 23.09.2022 (SEI nº 99140801). A

saber, tais cotações foram expedidas por representante da TUBOMIX PRÉ-MOLDADOS LTDA. (CNPJ nº 04.508.910/0001-30) e endereçadas ao CONSÓRCIO G5 ESPM.

Diante disso, verificou-se em nova inspeção *in loco* no dia 09.11.2022 que a TUBOMIX, de fato, é um dos fornecedores do executante, vez que o CONSÓRCIO G5 ESPM vem utilizando aduelas de 3,00 m x 3,00 m fornecidas pela referida empresa (Figuras 34 a e b).

Figura 34 – Utilização de aduelas de 3,00 m x 3,00 m fornecidas pela TUBOMIX.



(a) Aduelas nas proximidades do PV62.1.



(b) Aduelas nas proximidades do PV54.1.



(c) Locais dos registros fotográficos próximos ao PV62.1.

(d) Locais dos registros fotográficos próximos ao PV54.1.



(e) Situação dos pontos dos registros fotográficos.

Fontes: (a) e (b) equipe de auditoria (com uso do aplicativo *Timestamp Camera*); e (c) a (e) *Google Earth* (com imagens de 16.11.2022).

Portanto, é possível afirmar que a prancha de desenho referente à galeria de 1,80 m x 1,80 m é de autoria da TUBOMIX e configura um indício de que tais aduelas, além das galerias celulares de 3,00 m x 3,00 m, também estão sendo fornecidas pela aludida empresa. Nesse sentido, importante salientar que tais fornecimentos, por si sós, não configuram irregularidade. Até porque o executante, no final de 2021, mediante a CARTA CG5 N° 17/2021 (SEI n° 73860660), já havia demonstrado preocupação em relação à sua capacidade de produção das aduelas de 3,00 m x 3,00 m, que seriam de apenas 8 unidades diárias, razão pela qual



pleiteou, sem sucesso, a antecipação do pagamento referente ao fornecimento dessas galerias celulares.

Sem embargo, entende-se que a Administração deve ter um controle dos locais em que essas aduelas fabricadas por subcontratados estão sendo executadas, bem como deve exigir dos respectivos fornecedores os projetos executivos estruturais, acompanhados de memória de cálculo e ART, para tê-los arquivados, porquanto se amoldariam ao que se espera de um *as built* (ou como construído). Isso porque (é válido repisar) o executante havia entregue, na primeira remessa, o projeto executivo estrutural das aduelas de 3,00 m x 3,00 m de sua própria autoria (SEI nº 95168245), mas está executando galerias celulares de um subcontratado. Ainda que, posteriormente e de modo contraditório, tenha alegado que somente elaboraria o projeto das galerias de 3,00 m x 3,00 m mediante aditamento, *in verbis*:

4. Em observação ao tópico do **projeto das galerias de 3,00 x 3,00 esclarecemos que na planilha orçamentária da obra, não está previsto nenhum item de elaboração de projeto das galerias, logo, os projetos fornecidos são das empresas fornecedora das galerias**. Dito isso, o Consórcio não tem poderes para cumprir com os ajustes solicitados na CTA-ESPM-BSB-093/2022. **Caso a SUPERVISORA veja a necessidade de os projetos serem executados pelo consórcio, será necessário a inclusão de um item de elaboração de projeto através de aditivo.** (CARTA CG5 Nº 194/2022, de 07.12.2022, SEI nº 101614009, grifo nosso)

A equipe de auditoria também não poderia deixar de consignar, ainda que *en passant*, o fato de ter sido notado, durante a inspeção, o encontro de uma galeria do tipo *tunnel liner* com uma galeria do tipo celular de 3,00 m x 3,00 m (Figura 34a) nas proximidades do PV62.1 (Figuras 34 c e e), quando se previu inicialmente em projeto que o referido encontro ocorreria somente no PV55.1 (SEI nº 12516532), sob a via do Eixão, isto é, da DF-047 – Estrada Parque Aeroporto (EPAR). Sendo assim, caso tal alteração do Projeto Hidráulico não tenha ocorrido sob as devidas justificativas técnicas, tratar-se-ia de flagrante não conformidade por descumprimento às especificações de projeto, algo que necessita de investigação por parte da SODF.

Indo além, a equipe de auditoria também reparou que, à exceção do projeto executivo das galerias de 1,80 m x 1,80 m da TUBOMIX, todas as outras pranchas de desenho de lavra do CONSÓRCIO G5 ESPM se assemelham, e muito, às especificações e aos detalhes técnicos constantes da 5ª edição (de 2018) do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT, referente à Publicação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPT nº 736, mencionada no subitem II.4.2.3 do Anexo II.

Para se ter ideia das similaridades, realça-se que o executante adotou a mesma forma de alojar as armaduras do DNIT, qual seja, mediante o emprego de “*Telas soldadas em CA-60 e barras em CA-50*”, consoante ressaltam as notas das pranchas de desenho. Enquanto



isso, o detalhamento da TUBOMIX para as armaduras das aduelas de 1,80 m x 1,80 m especificou apenas barras em CA-50. Maiores detalhes desse assunto podem ser encontrados no subitem II.4.2.2 do Anexo II.

Outra semelhança (que é mais notória) diz respeito à apresentação dos quantitativos de aço indicados na “*LISTA DE TELAS SOLDADAS*” e na “*LISTA DE FERROS*”. Observou-se, de um modo geral, que ambas são muito parecidas com as do DNIT, não apenas em termos de conteúdo (tais como posição, diâmetro, tipo de tela soldada e quantidade), como também na fonte e nas cores das letras. Os detalhes serão descritos na sequência, em que serão ilustradas apenas as especificações de projeto do DNIT, tendo em vista resguardar os dados e as informações constantes dos projetos do executante, em razão do Termo de Confidencialidade e Sigilo (SEI nº 94196450).

A começar pelo projeto da aduela de 1,65 m x 1,65 m do executante (SEI nº 101614050), ao compará-lo com o projeto-padrão da aduela de 1,50 m x 1,50 m – Tipo III do DNIT (Desenhos 7.5 e 7.6), verificou-se que tanto a “*LISTA DE TELAS SOLDADAS*” quanto a “*LISTA DE FERROS*” são **idênticas**. O que permite dizer que o dimensionamento estrutural do CONSÓRCIO G5 ESPM, mesmo com seções internas e alturas de aterro (recobrimento) distintas, resultou igual ao procedido pela Autarquia Federal.

Por sua vez, ao cotejar o projeto da aduela de 2,00 m x 2,00 m do executante (SEI nº 101614026) com o projeto-padrão da aduela de 2,00 m x 2,00 m – Tipo III do DNIT (Desenhos 7.19 e 7.20), observou-se que apenas a “*LISTA DE TELAS SOLDADAS*” é idêntica à do DNIT (Figura 35b), uma vez que a “*LISTA DE FERROS*” apresentada pelo executante sofreu modificações em relação ao projeto-padrão do DNIT nas células destacadas em vermelho da Figura 35a. A Figura 35c destaca os respectivos locais de divergência no desenho de execução das armaduras.

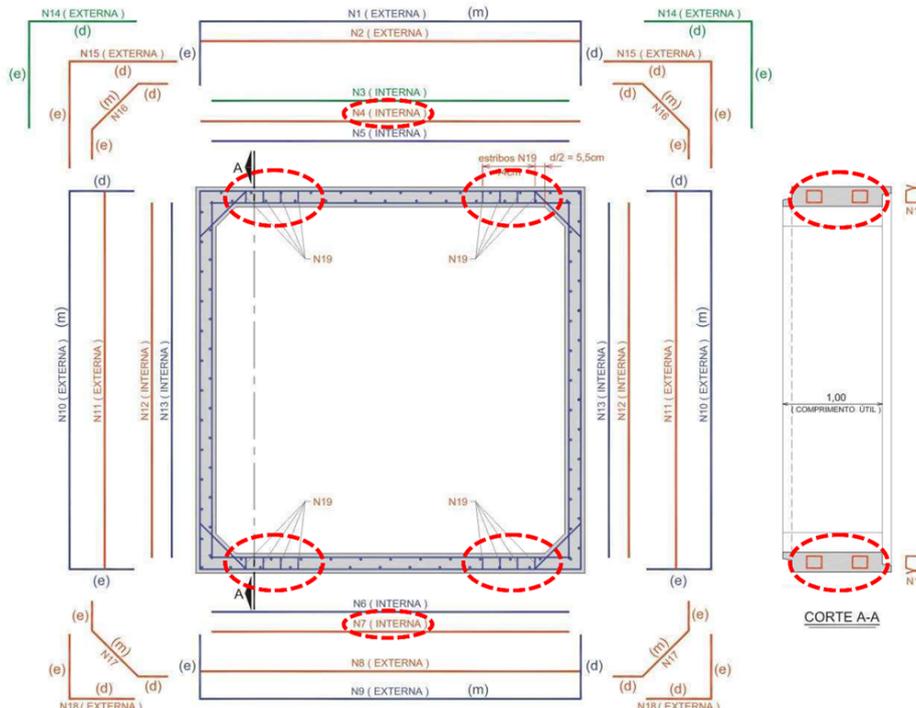
Figura 35 – Destaques, no projeto-padrão do DNIT de aduela de 2,00 m x 2,00 m – Tipo III, das armaduras que divergem do projeto entregue pelo executante.

LISTA DE FERROS PARA 1 ADUELA							
AÇO CA-50							
POSIÇÃO	DIÂMETRO (mm)	QUANTIDADE	COMPRIMENTO (m)		PESO		AÇO
			UNITÁRIO	TOTAL	UNIT. (Kg/m)	TOTAL (Kg)	
N2	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N3	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N4	12,5	6	2,21	13,26	0,963	12,769	CA-50
N7	12,5	4	2,09	8,36	0,963	8,051	CA-50
N8	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N11	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N12	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N14	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N15	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N16	6,3	6	1,47	8,82	0,245	2,161	CA-50
N17	6,3	6	0,97	5,82	0,245	1,426	CA-50
N18	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N19*	6,3	12	0,32	3,84	0,245	0,941	CA-50
TOTAL DE AÇO CA-50						25,348	

(a) Lista de aço CA-50.

LISTA DE TELAS SOLDADAS PARA 1 ADUELA							
AÇO CA-60							
POSIÇÃO	TIPO	QUANTIDADE	DIMENSÕES (m)		ÁREA (m²)	PESO	
			COMPRIMEN.	LARGURA		UNIT. (Kg/M²)	TOTAL (Kg)
N1	L283	1	3,42	0,92	3,15	3,00	9,439
N5	L283	1	2,09	0,92	1,92	3,00	5,768
N6	L283	1	2,09	0,92	1,92	3,00	5,768
N9	L283	1	3,42	0,92	3,15	3,00	9,439
N10	L283	2	3,42	0,92	6,29	3,00	18,878
N13	L283	2	2,09	0,92	3,85	3,00	11,537
TOTAL DE AÇO CA-60						60,830	

(b) Lista de telas soldadas de aço CA-60.



(c) Desenho de execução (detalhamento das armaduras).

Fonte: Especificações de projeto das aduelas de 2,00 m x 2,00 m – Tipo III, Desenhos 7.19 e 7.20 do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT (5 ed., 2018).

A saber, enquanto o projeto-padrão do DNIT especificou um quantitativo total de 25,348 kg de barras de aço CA-50 (Figura 35a), o CONSÓRCIO G5 ESPM dimensionou com 21,861 kg (uma redução de aço CA-50 de 13,8%).

A seu turno, ao comparar o projeto da aduela de 2,40 m x 2,40 m do executante (SEI nº 95168235) com o projeto-padrão da aduela de 2,50 m x 2,50 m – Tipo III do DNIT (Desenhos 7.33 e 7.34), observou-se que as alterações foram mais significativas do ponto de vista de alojamento (arranjo) de armaduras, porém, não quanto ao peso total de aço. Ao compulsar a “LISTA DE FERROS” e a “LISTA DE TELAS SOLDADAS” apresentadas pelo executante, notou-se que ambas sofreram modificações em relação ao projeto-padrão do DNIT nas células destacadas em vermelho nas Figuras 36 a e b, cujos respectivos locais das armaduras estão destacados na Figura 36c.

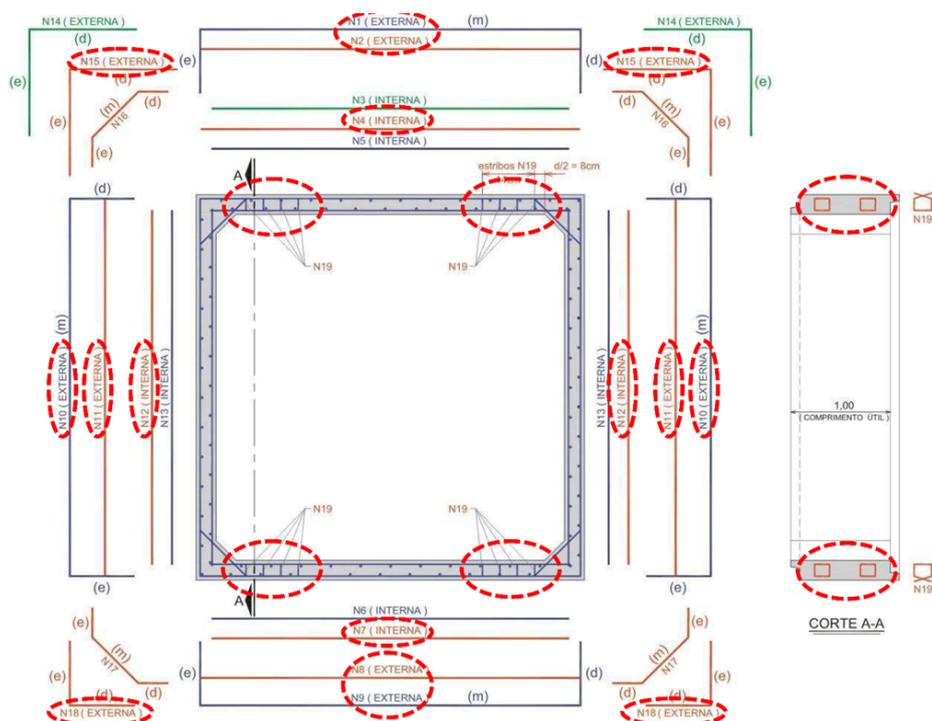
Figura 36 – Destaques, no projeto-padrão do DNIT de aduela de 2,50 m x 2,50 m – Tipo III, das armaduras que divergem do projeto entregue pelo executante.

LISTA DE FERROS PARA 1 ADUELA AÇO CA-50							
POSICÃO	DIÂMETRO (mm)	QUANTIDADE	COMPRIMENTO (m)		PESO		AÇO
			UNITÁRIO	TOTAL	UNIT. (Kg/m)	TOTAL (Kg)	
N2	6,3	3	2,81	8,43	0,245	2,065	CA-50
N3	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N4	12,5	6	2,71	16,26	0,963	15,658	CA-50
N7	12,5	4	2,59	10,36	0,963	9,977	CA-50
N8	6,3	3	2,81	8,43	0,245	2,065	CA-50
N11	6,3	6	2,81	16,86	0,245	4,131	CA-50
N12	6,3	6	2,59	15,54	0,245	3,807	CA-50
N14	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N15	6,3	6	1,31	7,86	0,245	1,926	CA-50
N16	6,3	6	1,72	10,32	0,245	2,528	CA-50
N17	6,3	6	0,97	5,82	0,245	1,426	CA-50
N18	6,3	6	1,31	7,86	0,245	1,926	CA-50
N19*	6,3	12	0,52	6,24	0,245	1,529	CA-50
TOTAL DE AÇO CA-50						47,038	

(a) Lista de aço CA-50.

LISTA DE TELAS SOLDADAS PARA 1 ADUELA AÇO CA-60							
POSICÃO	TIPO	QUANTIDADE	DIMENSÕES (m)		ÁREA (m ²)	PESO	
			COMPRIMEN.	LARGURA		UNIT. (Kg/m ²)	TOTAL (Kg)
N1	L283	1	4,12	0,92	3,79	3,00	11,371
N5	L283	1	2,59	0,92	2,38	3,00	7,148
N6	L283	1	2,59	0,92	2,38	3,00	7,148
N9	L283	1	4,46	0,92	4,10	3,00	12,310
N10	L283	2	4,12	0,92	7,58	3,00	22,742
N13	L283	2	2,59	0,92	4,77	3,00	14,297
TOTAL DE AÇO CA-60							75,017

(b) Lista de telas soldadas de aço CA-60.



(c) Desenho de execução (detalhamento das armaduras).

Fonte: Especificações de projeto das aduelas de 2,50 m x 2,50 m – Tipo III, Desenhos 7.33 e 7.34 do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT (5 ed., 2018).

Dessa feita, enquanto o projeto-padrão do DNIT especificou um quantitativo total de 47,038 kg de barras de aço CA-50 (Figura 36a) e de 75,017 kg de telas soldadas de aço CA-60 (Figura 36b), perfazendo um peso total de aço de 122,055 kg, o CONSÓRCIO G5 ESPM projetou a aduela de 2,40 m x 2,40 m com 48,360 kg de barras de aço CA-50 e 76,010 kg de telas soldadas de aço CA-60, resultando em um peso total de aço de 124,371 kg (isto é, um acréscimo global de 1,9%). Note-se, portanto, que apesar de o peso de aço não ter variado significativamente, o mesmo não pode ser dito das alterações de arranjo de armaduras, vez que foram inúmeros os locais com divergências em relação ao projeto-padrão do DNIT (Figura 36c).

Por fim, ao comparar o projeto da aduela de 3,00 m x 3,00 m do executante (SEI nº 95168245) com o projeto-padrão da aduela de 3,00 m x 3,00 m – Tipo III do DNIT (Desenhos 7.47 e 7.48), ao compulsar a “LISTA DE FERROS” e a “LISTA DE TELAS SOLDADAS” apresentadas pelo executante, notou-se que elas também sofreram modificações em relação ao projeto-padrão do DNIT nas células destacadas em vermelho das Figuras 37 a e b, cujos respectivos locais das armaduras estão destacados na Figura 37c.

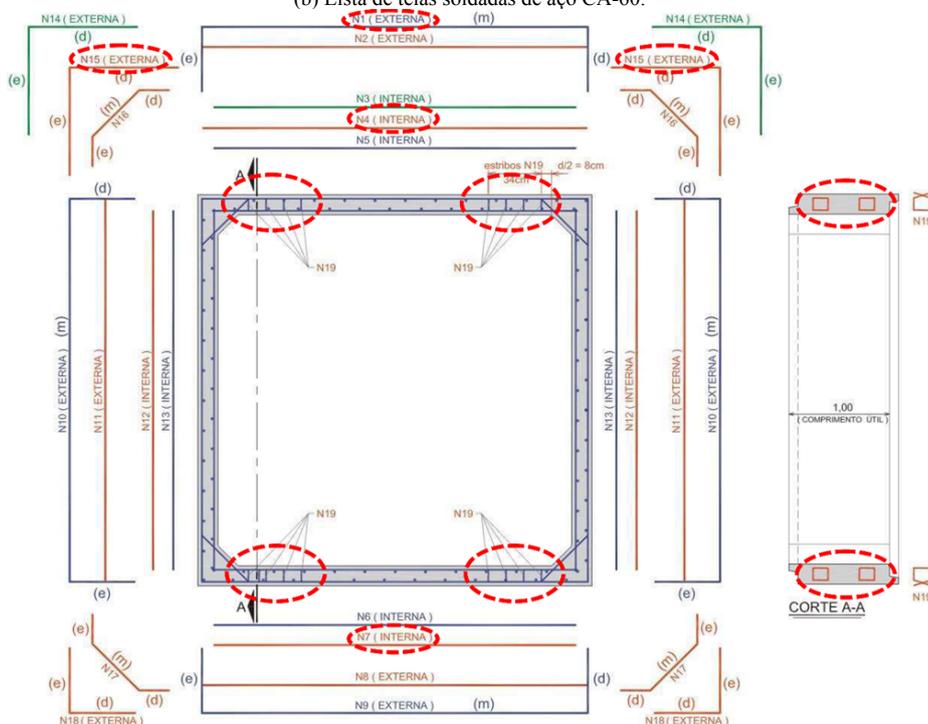
Figura 37 – Destaques, no projeto-padrão do DNIT de aduela de 3,00 m x 3,00 m – Tipo III, das armaduras que divergem do projeto entregue pelo executante.

LISTA DE FERROS PARA 1 ADUELA							
AÇO CA-50							
POSIÇÃO	DIÂMETRO (mm)	QUANTIDADE	COMPRIMENTO (m)		PESO		AÇO
			UNITÁRIO	TOTAL	UNIT. (Kg/m)	TOTAL (Kg)	
N2	6,3	3	3,31	9,93	0,245	2,433	CA-50
N3	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N4	12,5	10	3,31	33,10	0,963	31,875	CA-50
N7	12,5	7	3,09	21,63	0,963	20,830	CA-50
N8	6,3	3	3,31	9,93	0,245	2,433	CA-50
N11	6,3	6	3,31	19,86	0,245	4,866	CA-50
N12	6,3	6	3,09	18,54	0,245	4,542	CA-50
N14	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N15	8,0	10	2,21	22,10	0,395	8,730	CA-50
N16	6,3	6	1,97	11,82	0,245	2,896	CA-50
N17	6,3	6	0,97	5,82	0,245	1,426	CA-50
N18	6,3	6	1,31	7,86	0,245	1,926	CA-50
N19*	6,3	24	0,52	12,48	0,245	3,058	CA-50
TOTAL DE AÇO CA-50						85,013	

(a) Lista de aço CA-50.

LISTA DE TELAS SOLDADAS PARA 1 ADUELA							
AÇO CA-60							
POSIÇÃO	TIPO	QUANTIDADE	DIMENSÕES (m)		ÁREA (m²)	PESO	
			COMPRIMEN.	LARGURA		UNIT. (Kg/M²)	TOTAL (Kg)
N1	L283	1	6,42	0,92	5,91	3,00	17,719
N5	L283	1	3,09	0,92	2,84	3,00	8,528
N6	L283	1	3,09	0,92	2,84	3,00	8,528
N9	L283	1	5,21	0,92	4,79	3,00	14,380
N10	L283	2	4,62	0,92	8,50	3,00	25,502
N13	L283	2	3,09	0,92	5,69	3,00	17,057
TOTAL DE AÇO CA-60						91,715	

(b) Lista de telas soldadas de aço CA-60.



(c) Desenho de execução (detalhamento das armaduras).

Fonte: Especificações de projeto das aduelas de 3,00 m x 3,00 m – Tipo III, Desenhos 7.47 e 7.48 do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT (5 ed., 2018).



A saber, enquanto o projeto-padrão do DNIT especificou um quantitativo total de 85,013 kg de barras de aço CA-50 (Figura 37a) e de 91,715 kg de telas soldadas de aço CA-60 (Figura 37b), perfazendo um peso total de aço de 176,728 kg, o CONSÓRCIO G5 ESPM projetou a aduela de 3,00 m x 3,00 m com 67,794 kg de barras de aço CA-50 e 89,507 kg de telas soldadas de aço CA-60, resultando em um total de 157,301 kg (redução global do peso de aço de 11%).

Pois bem, imprescindível destacar que, apesar de o supracitado Álbum de Projetos-Tipo do DNIT estar na 5ª edição (2018), foi a partir da 4ª edição (2011) que, conforme descrito na própria “INTRODUÇÃO” deste, “*tornou-se necessária para a inclusão de novos dispositivos no Capítulo 7 - Galerias Celulares Pré-Moldadas em Concreto Armado (Aduelas)*”, pois o que constava até a 3ª edição eram apenas os projetos-tipo de bueiros celulares simples, duplos e triplos de concreto armado com a metodologia construtiva de moldagem *in loco*.

Respeita-se a decisão de pactuação do aludido acordo de não divulgação (*Non Disclosure Agreement* – NDA, segundo a assessoria jurídica da Administração), porém, face às divergências encontradas entre os projetos executivos do executante com os projetos-tipo do DNIT, sobretudo pelo fato de o CONSÓRCIO G5 ESPM não ter apresentado memória de cálculo que suportasse os seus detalhamentos estruturais, entende-se ser prudente, à luz do requisito da segurança, que a Administração proceda ou procure meios de proceder à avaliação da conformidade dos projetos executivos estruturais das aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas entregues pelo executante (sejam os de sua própria autoria, sejam aqueles elaborados por subcontratados), com o objetivo de avaliar se eles atendem aos requisitos das normas técnicas vigentes aplicáveis, nos termos do item 5.7, da NBR 9062:2017 da ABNT. Por essa razão, será proposta nova recomendação “R.7” nesse sentido.

Além dessas observações, oriundas da comparação com os projetos-tipo do DNIT que mais se amoldariam aos entregues pelo executante, há que se fazer dois outros apontamentos: um referente à espessura das paredes das aduelas e outro acerca da altura de aterro (recobrimento) do solo.

Consoante salientado no subitem II.4.1 do Anexo II, conforme a NBR 15396 da ABNT, a espessura mínima das paredes das aduelas deve ser de 15 cm, que foi a adotada nos projetos executivos apresentados pelo executante (SEI n^{os} 101614050, 100138437, 101614026 e 95168235), com exceção da galeria de 3,00 m x 3,00 m, que está projetada com espessura de 20 cm (SEI n^o 95168245).

Ocorre que as composições de serviços consignadas no orçamento base previram galerias celulares com espessuras de **20 cm**, o que permitiria dizer que, em relação a essa

dimensão das peças, apenas o detalhamento executivo da aduela de 3,00 m x 3,00 m (SEI nº 95168245) estaria suportado pelo orçamento base.

Apesar de ter sido levantada essa divergência pela supervisora no “Relatório de Projeto – 003”, de 09.2022 (SEI nº 95655676), ela foi acatada após a seguinte alegação do CONSÓRCIO G5 ESPM:

Em consulta no SINAPI na Fichas de Especificação Técnica de Insumos o item que se refere a esse insumo, foi constatado que a espessura da parede remunerada nesse item é de 0,15 cm (CARTA CG5 Nº 145/2022, de 10.10.2022, SEI nº 97551233, grifo nosso).

Em seu argumento, o executante acostou a seguinte imagem extraída de caderno do SINAPI:

Figura 38 – Especificações técnicas da aduela de concreto armado de 1,50 m x 1,50 m apresentadas pelo executante.

SINAPI ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE INSUMO	
Código do SINAPI:	37476
Descrição Básica:	ADUELA/ GALERIA PRE-MOLDADA DE CONCRETO ARMADO, SECAO QUADRADA INTERNA DE 1,50 X 1,50 M (L X A), MISULA DE 20 X 20 CM, C = 1,00 M, <u>ESPESSURA MIN = 15 CM</u> , TB-45 E FCK DO CONCRETO = 30 MPA
Unidade de Cálculo:	UN
Normas Técnicas:	NBR 15396:2018 "Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas - Requisitos e métodos de ensaios", NBR 15645:2020 "Execução de obras de esgoto sanitário e drenagem de águas pluviais utilizando-se tubos e aduelas de concreto", NBR 6118:2014 "
Imagem:	
Informações Gerais:	Aduela/ Galeria pré-moldada de concreto armado, seção retangular, fechada, com encaixe do tipo macho e fêmea. Dimensões internas de 1,50 m de largura e 1,50 m de altura, comprimento de 1 m, mísula de 20x20 cm, <u>espessura de parede mínima de 15 cm</u> , para ser assentada em linha simples. A altura de aterro a ser considerada é de 0,50 - 5,00 m, carga acidental considerando TB-45 e Fck do concreto de 30 MPa. O cobrimento da armadura deve ser de 4 cm. Para aplicação como galeria de drenagem de água pluvial, reservatório ou ponte, a junta pode ser do tipo rígida. Para aplicação em condução de esgoto, galeria técnica ou qualquer tipo de rede estanque, deve ser utilizada junta elástica ou qualquer outro material que garanta a estanqueidade do sistema. Para utilização em redes que contenham esgoto sanitário, utilizar cimento do tipo RS.
Atualizado em:	30/05/2019

Fonte: adaptado de CARTA CG5 Nº 145/2022, de 10.10.2022 (SEI nº 97551233, p. 2).

Perceba-se que, de fato, tanto a “*Descrição Básica*” quanto as “*Informações Gerais*” do insumo da Figura 38 permitem concluir que a espessura da aduela pré-moldada de 1,50 m x 1,50 m referenciada pelo SINAPI é de 15 cm, como suscitado pelo CONSÓRCIO G5 ESPM.

De sua vez, no recente Caderno “*PREÇOS DE INSUMOS*” do SINAPI, com data-base 10.2022 não desonerada (Figura 39), repare-se que as “*Descrições dos Insumos*” das aduelas de 1,50 m x 1,50 m, 2,00 m x 2,00 m e 2,50 m x 2,50 m indicam espessuras de 15 cm, enquanto que nas aduelas de 3,00 m x 3,00 m a espessura é de 20 cm.

Figura 39 – Preços de insumos de aduelas (galerias celulares) de concreto armado.

CAIXA		PREÇOS DE INSUMOS		Página: 4 / 135	
Indicação da origem do preço:					
• C – para preço coletado pelo IBGE					
• CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);					
• AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.					
Mês de Coleta: 10/2022		Pesquisa: IBGE			
Localidade: BRASILIA		Encargos Sociais (%)		Horista: 110,14 Mensalista: 70,03	
Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)	
00037476	ADUELA/ GALERIA PRE-MOLDADA DE CONCRETO ARMADO, SECAO QUADRADA INTERNA DE 1,50 X 1,50 M (L X A), MISULA DE 20 X 20 CM, C = 1,00 M, <u>ESPESSURA MIN = 15 CM</u> , TB-45 E FCK DO CONCRETO = 30 MPA	UN	CR	3.684,13	
00037478	ADUELA/ GALERIA PRE-MOLDADA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR INTERNA DE 2,00 X 2,00 M (L X A), MISULA DE 20 X 20 CM, C = 1,00 M, <u>ESPESSURA MIN = 15 CM</u> , TB-45 E FCK DO CONCRETO = 30 MPA	UN	CR	4.614,46	
00037477	ADUELA/ GALERIA PRE-MOLDADA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR INTERNA DE 2,50 X 2,50 M (L X A), MISULA DE 20 X 20 CM, C = 1,00 M, <u>ESPESSURA MIN = 15 CM</u> , TB-45 E FCK DO CONCRETO = 30 MPA	UN	CR	6.251,85	
00037479	ADUELA/ GALERIA PRE-MOLDADA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR INTERNA DE 3,00 X 3,00 M (L X A), MISULA DE 20 X 20 CM, C = 1,00 M, <u>ESPESSURA MIN = 20 CM</u> , TB-45 E FCK DO CONCRETO = 30 MPA	UN	CR	7.414,77	

Fonte: adaptado do Caderno “*PREÇOS DE INSUMOS*” do SINAPI (data-base 10.2022 não desonerada).

Todavia, ao recorrer ao “*Arquivo I – Insumos de A a G*” das “*FICHAS DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE INSUMOS*” do SINAPI de **02.2017** (data antecessora mais próxima da data-base do orçamento base a que a equipe de auditoria teve acesso)[57], e tomando-se como exemplo o mesmo insumo apresentado pelo CONSÓRCIO G5 ESPM (Figura 38), o documento acostava as seguintes especificações técnicas:

Figura 40 – Especificações técnicas da aduela de concreto armado de 1,50 m x 1,50 m obtidas pela equipe de auditoria.

CAIXA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL		SINAPI ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE INSUMO	
Código do SINAPI:	37476		
Descrição Básica:	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1.50 X 1.50 M (L X A), C = 1.00 M, E = 20 CM		
Unidade de Cálculo:	UN		
Unidade de Comercialização:	UN		
Normas Técnicas:	NBR 15396:2006, NBR 15645:2008		
			
Imagem:			
Informações Gerais:	Aduelas/galerias pré moldadas de concreto armado com seção quadrada, fechada, tipo junta rígida, macho e fêmea, dimensões de largura de 1.50m, altura de 1.50m, comprimento de 1m e espessura da parede de aproximadamente entre 20cm . Normalmente aplicadas em galerias de drenagem de águas pluviais ou condução de esgoto e em aterros sanitários. Também usadas para pontes e passagens.		
Referencial / Parâmetro de Pesquisa	Grupo Pádua, Goiarte, Concredias, Artec Tubos, Copel Tubos, D'Agostini		
Atualizado em:	15/01/15		
Data da base de dados:	20/03/2017		

Fonte: adaptado de “FICHAS DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE INSUMOS” do SINAPI, “Arquivo 1 – Insumos de A a G”, de 02.2017, p. 169.

Ou seja, nos idos de 2017, os insumos de aduelas do SINAPI previam espessura de **20 cm** (“E = 20 CM”), tal como prevista *ipsis litteris* no orçamento base (Figura 41), na “Descrição Básica” da Figura 40 e na “Descrição do Insumo” da Figura 16, indicando que o documento de 2017 é o que mais se coaduna com o orçamento base.

Figura 41 – Composições de fornecimento de galerias de concreto do orçamento base.

FORNECIMENTO DE GALERIA DE CONCRETO			
5.7			
5.7.1	37476	SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1.50 X 1.50 M (L X A), C =1.00 M, E = 20 CM
5.7.2	MÉDIA (37476 e 37478)	SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 1,80 X 1,80 M (L X A), C =1.00 M, E = 20 CM
5.7.3	37478	SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2,20 X 2,20 M (L X A), C =1.00 M, E = 20 CM
5.7.4	37477	SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 2,40 X 2,40 M (L X A), C =1.00 M, E = 20 CM
5.7.5	37479	SINAPI-I	ADUELA/GALERIA DE CONCRETO ARMADO, SECAO RETANGULAR 3,00 X 3,00 M (L X A), C =1.00 M, E = 20 CM

Fonte: SEI nº 52939364, p. 7.

Diante disso, *data venia*, mas a alegação feita pelo executante em torno das espessuras não prospera, pois na época em que o orçamento base fora elaborado, os insumos do SINAPI previam que todas as aduelas deveriam ter espessura de 20 *cm*, tal como consignado na “*Descrição do Insumo*” da Figura 16.

De sua vez, acerca da altura de solo de recobrimento, reparou-se que os projetos entregues pelo executante preveem galerias com alturas de aterro para o intervalo de 2,50 a 4,00 *m*, exceto a prancha da galeria de 1,80 *m* x 1,80 *m*, que possui altura de aterro intervalado de 2,00 *m* a 5,00 *m*. Quanto a isso, recorde-se do Ponto de Auditoria 3.1.1, em que se salientou que, de acordo com o “*MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES*” do DNIT, “*VOLUME 10 – MANUAIS TÉCNICOS*”, “*CONTEÚDO 05 – DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES*”, de 2017, a tipificação dos BSCC considera as seguintes alturas do aterro sobre a laje superior das aduelas:

- Tipo I – Aterro mínimo de 0,00 *m* e máximo de 1,00 *m*;
- Tipo II – Aterro mínimo de 1,00 *m* e máximo de 2,50 *m*;
- Tipo III – Aterro mínimo de 2,50 *m* e máximo de 5,00 *m*;
- Tipo IV – Aterro mínimo de 5,00 *m* e máximo de 7,50 *m*;
- Tipo V – Aterro mínimo de 7,50 *m* e máximo de 10,00 *m*;
- Tipo VI – Aterro mínimo de 10,00 *m* e máximo de 12,50 *m*; e
- Tipo VII – Aterro mínimo de 12,50 *m* e máximo de 15,00 *m*.

Diante disso, pode-se dizer que os projetos entregues pelo CONSÓRCIO G5 ESPM estão enquadrados no **Tipo III** do DNIT, **porém, limitados a um aterro máximo de 4,00 *m***, e não 5,00 *m*, como os da Entidade Federal. O único projeto que se enquadraria totalmente no intervalo de aterro do Tipo III do DNIT seria o elaborado pela TUBOMIX, referente às aduelas de 1,80 *m* x 1,80 *m* (SEI nº 100138437). Sendo assim, com base no requisito da segurança estrutural, não se pode perder de vista as ações (pressões, cargas) que atuarão sobre as aduelas, segundo tratado no subitem II.4.2.1 do Anexo II.

Por isso, à luz da “Tipificação do Aterro” da Tabela 38 do Anexo III, verifica-se que os projetos entregues pelo executante **não podem ser executados** nos trechos de rede PV47.1-PV48.1, PV48.1-PV49.1, PV49.1-PV50.1, PV50.1- PV51.1, PV57.1-PV58.1, PV58.1-PV59.1, PV59.1-PV60.1, PV32.6-PV33.6 e PV33.6-PV34.6, haja vista que todos eles envolvem aterros do **Tipo IV** (variando de 5,00 *m* a 7,50 *m*). Significa dizer que as aduelas projetadas não teriam condições de resistir aterros do Tipo IV, vez que foram dimensionadas para aterros do Tipo III.



Pois bem, tomou-se conhecimento que esse tema veio à tona nos autos do Processo SEI nº 00110-00002488/2022-40, em que se deram as tratativas para pactuação do 4º Termo Aditivo ao Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 107349299). Tanto é que o próprio executante aludiu a questão acerca da altura de aterro sobre as aduelas na CARTA CG5 Nº 115 /2022, de 12.08.2022 (SEI nº 93422567), tendo solicitado à Administração que esclarecesse como deveria agir, *in verbis*:

Pela presente vimos, mui respeitosamente, solicitar elucidação de como devemos proceder no caso em que **ao consultar o projeto de detalhe tipo das galerias utilizadas na obra, a profundidade máxima da altura do aterro sobre a laje é de 5,00 m, entretanto existem no projeto diversos trechos com profundidade de aterro superior a 5,00 metros**. Nestes trechos específicos, devida a solicitação da carga do reaterro, obriga-se a revisão do tipo de galeria especificado, pois **não há cobertura contratual para o material próprio para esse tipo de aplicação. Solicitamos então orientação da contratante quanto a aditivção para inclusão do item, ou outra solução de engenharia pertinente à problemática.** (grifo nosso)

Ora, não se compreendeu o que seria “o projeto de **detalhe tipo** das galerias utilizadas na obra” (grifo nosso) suscitado pelo executante, que teria “*profundidade máxima da altura do aterro sobre a laje [...] de 5,00 m*”. Se o intento do CONSÓRCIO G5 ESPM fosse fazer referência aos projetos-tipo da NOVACAP destacados na Figura 28 e na Tabela 30, *permissa venia*, mas esta CGDF já havia atentado no Informativo de Ação de Controle que os cobrimentos de solo (“capeamentos”) considerados quando da elaboração dos projetos-padrão da Companhia variavam, a cada metro de profundidade, de 2,00 m a 6,00 m (Tabela 30). Logo, não faria sentido dizer que a “*profundidade máxima da altura do aterro sobre a laje é de 5,00 m*”, mas sim de 6,00 m.

Além disso, se realmente a intenção do CONSÓRCIO G5 ESPM tiver sido a de fazer alusão aos projetos-tipo da NOVACAP, tratar-se-ia de argumentação incoerente, porquanto, como dito para o caso das obras públicas de Vicente Pires, uma das empresas que o compõem (a ARTEC) já havia questionado a metodologia construtiva da moldagem *in loco* para aduelas (galerias celulares). Ou seja, não seria novidade para o executante que os projetos-padrão da Empresa Pública estão há muito defasados, além de empregarem a metodologia de moldagem *in loco*, que demanda maior tempo de execução.

Também não se pode olvidar que tais argumentações deveriam ter sido levantadas durante a fase de licitação, pois, como bem ressaltado pela supervisora, “no Termo de Referência [TR-SODF/94] a empresa participante do processo licitatório deveria realizar conferência preliminar de documentos” (SEI nº 100548938, p. 2), *in verbis*:

6.2. Quanto a conferência preliminar de documentos:

6.2.1. Antes da data de apresentação da proposta para a execução da obra a Proponente deverá:



- Após verificação preliminar, **dar imediata comunicação por escrito à DILIC /DECOMP/DA/PRES/NOVACAP**, conforme prazo estabelecido em Edital, **apontando dúvidas e/ou irregularidades que tenha observado, inclusive sobre quaisquer transgressões às legislações e normas vigentes, de forma a serem sanados os erros, omissões ou discrepâncias que possam trazer embaraços ao perfeito desenvolvimento da obra.**
- **Fazer minucioso estudo, verificando a compatibilização de informações, comparando os desenhos dos projetos, as especificações, as planilhas estimativas, quando fornecidas, e os demais componentes integrantes da documentação técnica para a execução da obra, que compõem o Projeto Básico** de acordo com o estabelecido na Lei nº 8.666/93. (Termo de Referência – SODF/SUPOP, assinado em 28.09.2020, SEI nº 47946957, grifo nosso)

Não obstante, é preciso trazer à baila que, como ilustrado na Figura 40, nos idos de 2017 (e ao que indica também à época da data-base de elaboração do orçamento base da licitação[57]), os insumos de aduelas do “*Arquivo 1 – Insumos de A a G*” das “*FICHAS DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE INSUMOS*” do SINAPI **nada dispunham** sobre as alturas de recobrimento do solo, razão pela qual, se as argumentações em torno dessa tônica, nos autos do Processo SEI nº 00110-00002488/2022-40, estiverem balizadas em cadernos mais recentes do SINAPI (a exemplo do apresentado pelo executante na Figura 38), elas **não poderiam ter prosperado**.

Informa-se que essa questão não foi avaliada pela equipe de auditoria, porquanto demandaria a aplicação de procedimentos que extrapolariam o escopo inicial da auditoria. Nada obstante, entende-se ser necessário que os gestores da SODF reavaliem o caso.

Por fim, reitera-se que, como é prática do mercado que os projetos estruturais das aduelas de concreto armado pré-moldadas sejam elaborados por solicitação do comprador e que a memória de cálculo do dimensionamento estrutural das aduelas seja fornecida ao contratante, nos termos do anexo A, da NBR 15396:2018 da ABNT, entende-se desnecessária toda essa celeuma em torno dos projetos das aduelas.

Em face do exposto e visando agregar valor à gestão, de modo a evitar novas ocorrências como essa, ainda mais considerando que a execução de obras de drenagem de águas pluviais urbanas é bastante recorrente no âmbito das Unidades Auditadas, será elaborada nova recomendação “*R.8*” no sentido de que a SODF recorra, em futuras contratações, aos materiais técnicos da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto – ABTC, disponíveis para *download* em seu sítio eletrônico, notadamente o “*Guia do Consumidor*”, que é publicado anualmente com o objetivo de apresentar ao mercado consumidor (compradores públicos ou privados, especificadores e projetistas) orientações técnicas básicas para a correta aquisição de tubos e aduelas pré-fabricados industrialmente em concreto, destinados às redes de infraestrutura e saneamento.



Causa

Em 2020:

a) Ausência de procedimento de atualização dos projetos estruturais de aduelas (galerias celulares) de concreto armado, desde o advento da versão do ano de 2003, da NBR 6118 da ABNT; e

b) Adoção de seções-tipo divergentes das previstas na NBR 15396 da ABNT, as quais são adotadas no SINAPI e no SICRO para fins de orçamentação.

Consequência

a) Possibilidade de falha de mercado em decorrência da manutenção de seções-padrão divergentes das seções-tipo da ABNT; e

b) Pactuação do 4º Termo Aditivo ao Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 107349299), com possibilidade de estar parcialmente arrimado em justificativas técnicas infundadas.

Recomendações

Companhia Urbanizadora da Nova Capital:

R.5) Promover a revisão dos projetos-tipo das aduelas (galerias celulares) de concreto armado, acompanhados de memórias de cálculo e ART, de modo a adequá-los às prescrições das normas técnicas vigentes, nos termos do item 5.3, da NBR 6118:2014, bem como do item 5.7, da NBR 9062:2017, inclusive quanto à adoção das dimensões padronizadas da NBR 15396:2018, todas da ABNT, para viabilizar, durante elaboração dos orçamentos base de licitações, a adoção de sistemas de referência de custos, tais como o SINAPI e o SICRO.

Secretaria de Estado de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal:

R.6) Solicitar ao executante a apresentação do projeto estrutural executivo das aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas, acompanhado de memória de cálculo e ART, bem como acostá-lo aos autos do Processo SEI nº 00110-00001491/2022-46, tendo em vista a desatualização dos projetos-tipo da NOVACAP, bem como o disposto no Anexo A, da NBR 15396:2018 da ABNT. Adotar tal procedimento, inclusive, para aduelas que venham a ser projetadas e fabricadas por subcontratados;

R.7) Proceder ou procurar meios de proceder à avaliação de conformidade dos projetos executivos estruturais das aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas



entregues pelo executante (sejam os de sua própria autoria, sejam aqueles elaborados por subcontratados), com o objetivo de avaliar se eles atendem aos requisitos das normas técnicas vigentes aplicáveis, nos termos do item 5.7, da NBR 9062:2017 da ABNT, e acostar o relatório de avaliação aos autos do Processo SEI nº 00110-00001491/2022-46; e

- R.8) Recorrer, em futuras contratações, aos materiais técnicos da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto – ABTC, disponíveis para *download* em seu sítio eletrônico, notadamente o “*Guia do Consumidor*”, que é publicado anualmente com o objetivo de apresentar ao mercado consumidor (compradores públicos ou privados, especificadores e projetistas) orientações técnicas básicas para a correta aquisição de tubos e aduelas pré-fabricados industrialmente em concreto, destinados às redes de infraestrutura e saneamento.



4. CONCLUSÃO

Em face dos exames realizados e considerando as demais informações, as constatações foram classificadas conforme apresentado a seguir:

DIMENSÃO	SUBITEM	CLASSIFICAÇÃO
Planejamento da Contratação ou Parceria	3.1.1.	Grave
Planejamento da Contratação ou Parceria	3.2.1.	Média

Note-se que estão registradas duas constatações, uma com natureza de falha grave e outra, média, sendo que a primeira é decorrente de sobrepreço por preço unitário no orçamento base da licitação quanto aos itens de serviço de escoramento de valas para assentamento de redes de drenagem, bem como de fornecimento de aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas, e a segunda é decorrente da existência de projetos-tipo de aduelas de concreto armado desatualizados.

Acerca dos itens de serviço de escoramento de valas, notou-se que a causa está afeta à adoção de composições de custos unitários da NOVACAP que adotam insumos de materiais e de equipamentos não condizentes com as especificações técnicas preconizadas nas normas da ABNT. Já quanto aos itens de fornecimento de aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas, o sobrepreço é decorrente da adoção de seções-tipo da NOVACAP no Projeto Hidráulico que não possuem correspondentes exatos no SINAPI e no SICRO.

Além disso, demonstrou-se a necessidade de haver um projeto específico de escoramento por parte do executante, a fim de haver o cumprimento do requisito legal da segurança do trabalho durante a escavação das valas.

Por fim, evidenciou-se também a indispensabilidade de a NOVACAP visitar seus projetos-tipo de galerias celulares por estarem desatualizados, além de conformá-los às seções padronizadas da ABNT, a fim de evitar eventuais falhas de mercado no fornecimento de aduelas pré-moldadas nos comércios local e regional.

5. ANEXOS

ANEXO I. ESCORAMENTO DE VALAS

I.1. Escavações de valas

As escavações de valas para assentamento de galerias (tubos e aduelas) de águas pluviais são consideradas escavações superficiais que exigem cuidadosa preparação e execução e só devem ser realizadas por especialistas que disponham dos necessários conhecimentos e experiência para garantir a correta execução[58].

Nesse caso, a escavação corresponde à remoção de solo, por processo mecânico ou manual, desde a superfície natural do terreno até a cota especificada no projeto hidráulico[59]. Já vala é o nome dado a uma abertura feita no solo que se caracteriza por apresentar seção transversal com duas dimensões bem definidas e de pequena extensão (a largura e a profundidade), enquanto seu comprimento é bastante grande (CARDOSO, 2002, p. 3):

Figura 42 – Escavação de vala para assentamento de galerias de águas pluviais.



Fonte: Anexo 5.1, do Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais – DEP, de Porto Alegre.

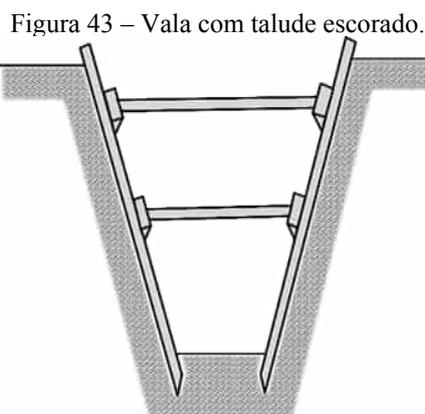
Quanto à profundidade, Vasconcellos (2013) leciona que as valas podem ser “*pouco profundas*” quando a profundidade não ultrapassar 5,0 m ($h \leq 5,0 \text{ m}$) e “*profundas*” quando for acima disso ($h > 5,0 \text{ m}$). Ademais, é sabido que a profundidade total de escavação da vala deve ser determinada a partir das cotas do projeto hidráulico e acrescida da espessura dos eventuais elementos necessários ao apoio da tubulação[60].

I.2. Características geológico-geotécnicas

É sabido que o subsolo da região onde será executada a escavação deve ser caracterizado pelos seus parâmetros geotécnicos, que são determinados por meio de análises e interpretação dos resultados obtidos pelas investigações geotécnicas. Por isso, recomenda-se que sejam elaborados os perfis longitudinais e transversais do terreno, tantas quantas forem necessárias à perfeita caracterização do subsolo a ser escavado, contendo a descrição dos terrenos atravessados e suas respectivas profundidades, descontinuidades superficiais de escorregamento e, eventualmente, a indicação de níveis freáticos (perfil freático). Em se tratando de maciços rochosos, há que se proceder ao detalhamento e análise dos sistemas de fraturamento e descontinuidades, bem como classificação em grupos com características homogêneas.[61]

I.3. Conceito e projeto específico de escoramento

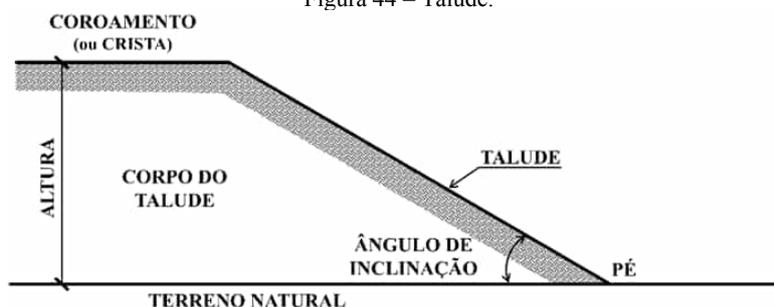
Segundo Vasconcellos (2013), dependendo da profundidade, dos parâmetros geotécnicos do solo ou da duração da abertura da vala, poderá ser necessária a contenção provisória das paredes das valas com uma estrutura denominada de escoramento (Figura 43).



Fonte: adaptado de Vasconcellos (2013, p. 11).

Portanto, o escoramento corresponde à estrutura destinada a manter estável (proteger) as paredes laterais das escavações das valas[62], cuja necessidade ou não, bem como o seu dimensionamento, devem se basear em **projeto específico** elaborado por profissional com conhecimento técnico e legalmente habilitado[63]. A essas paredes laterais das valas dá-se o nome de “talude” quando são inclinadas, formando um ângulo com o plano vertical (Figura 44).

Figura 44 – Talude.



Fonte: adaptado da Figura 2, da NBR 9061:1985 da ABNT.

Assim, no geral, o escoramento é uma estrutura provisória que deve ser utilizada sempre que essas paredes laterais forem passíveis de desmoronamento (desbarrancamento), seja por questões das condicionantes geológico-geotécnicas do solo, seja por questões envolvendo a ação de cargas e sobrecargas (ações). Como bem ensinam Marzionna *et al.* (1998, p. 537), “as obras são caracterizadas como provisórias enquanto houver acompanhamento e o construtor estiver mobilizado de forma a poder intervir imediatamente”.

E, justamente por envolverem uma gama de fatores a serem considerados, faz-se necessária a análise e o acompanhamento de profissionais com conhecimento técnico e legalmente habilitados.

Acerca disso, o TR-SODF/94 prevê que a escavação das valas para assentamento da rede de drenagem tanto deve possuir talude quanto escoramento, nestes termos:

9.3.2.1.5. Taludes de Valas

As valas das redes em tubos devem ser escavadas em talude 1:3 e escoradas. A escavação em talude 1:3 consiste no alargamento de 1,00m em cada lado da vala para cada 3,00m de profundidade.

[...]

9.3.2.1.7. Escoramento

Todas as valas escavadas para execução de redes, além da escavação em talude 1:3, deverão ser escoradas. (Termo de Referência – SODF/SUPOP, assinado em 28/9/2020, SEI nº 47946957, grifo nosso)

Essa exigência está em consonância com os itens 2.2.2.3 e 2.2.2.5, ambos do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247), e com os itens 2.3 e 2.5, ambos da NS 01-NOVACAP, bem como está representada na Figura 43.

Releva saber que há escavações que podem ter seu projeto e sua execução **padronizados** quando determinadas condicionantes forem obedecidas. Nesse sentido, de acordo com a NBR 9061:1985 da ABNT, quando as condições de vizinhança permitirem (construções vizinhas, redes de utilidades públicas, entre outras), bem como a ausência do nível d’água (água

subterrânea) no trecho a ser escavado, podem ser utilizadas as prescrições padronizadas no item 12, da referida norma, sem que seja feito um cálculo mais rigoroso. Para tanto, é imprescindível se estar diante de um **solo homogêneo**[64], pois, se houver dúvida quanto à homogeneidade do solo, então o cálculo deve ser realizado e as prescrições padronizadas não poderão ser utilizadas. Quanto a isso é preciso ter em vista que “*em se tratando de solos e rochas, a heterogeneidade é a regra, a homogeneidade, a exceção*” (CAPUTO, 2015a).

Por outro lado, quando for necessário projeto específico de escoramento, ele deve conter dimensionamento evidenciado por meio de memória de cálculo que considere as ações devido às cargas estáticas e dinâmicas[65]. São cargas estáticas as oriundas do empuxo lateral exercido pelo solo (pressão lateral da terra)[66] e/ou pela água (pressão hidrostática)[67], de edificações vizinhas e do acúmulo (depósito) de material escavado na borda da escavação. Já as cargas dinâmicas decorrem do tráfego de veículos (cargas móveis) e das vibrações causadas por máquinas e equipamentos[68]. A título de exemplificação, recomenda-se que, para evitar sobrecarga no escoramento, o material escavado deve ser colocado a uma distância mínima de 1,00 m da borda da vala[69].

De sua vez, a recente NBR 17015 da ABNT também dispõe sobre esse tema. Segundo ela, quando nenhum dos tipos comuns de escoramento satisfizer as exigências dos cálculos, o projeto deve apresentar detalhadamente o escoramento a ser utilizado. Assim, a determinação das dimensões e das posições das peças a serem utilizadas (dimensionamento), devem basear-se no cálculo das pressões máximas sobre esses escoramentos. Sendo que tal cálculo pode ser feito com a aplicação de qualquer método de cálculo devidamente consagrado pela boa técnica de engenharia, devendo a memória de cálculo acompanhar o projeto.[70] A esse respeito, remonta-se o leitor ao “*subitem I.6 – Diagrama de pressões*”, no qual é feita uma breve introdução acerca de um método de cálculo consagrado envolvendo diagramas de pressões, isto é, a distribuição das pressões do terreno sobre as estruturas de escoramento.

Ou seja, o projeto executivo de escavações deve levar em conta as condições geológicas e os parâmetros geotécnicos identificados no estudo e na análise do solo e deve estar acompanhado da memória de cálculo e da ART (SESI/DN, 2019, p. 27). Até porque, não só por obrigação legal dada pela Lei Federal nº 6.496, de 1977, mas a própria NBR 17015 da ABNT preceitua que os projetos de execução de obras realizadas pelo método de vala a céu aberto devem incluir a ART de profissional legalmente habilitado[71].

Tem-se então que o escoramento deve ser executado obedecendo-se a projeto específico[72]. Nesse sentido, o TR-SODF/94 prevê que o referido projeto de escoramento e a sua aplicação estão sob responsabilidade do executante e da fiscalização, *in verbis*:

9.3.2.1.7. Escoramento

[...] **A Empreiteira é responsável pela elaboração dos projetos de escoramento e da sua aplicação**, ou da determinação do talude natural do terreno quando necessário. **De comum acordo com o Engenheiro Fiscal, a Empreiteira deverá contratar um calculista de renome, especialista no assunto, para elaboração dos projetos.** Na elaboração dos projetos, o calculista deverá, em princípio, levar em conta que serão conjuntos de escoramentos para valas com talude 1:3, aplicados separadamente um do outro, de dois em dois metros e considerar estronca perdida no fundo da vala. **Caberá ao Departamento Técnico a aprovação dos projetos de escoramento e à Fiscalização da sua execução.** A Fiscalização só deverá pagar o serviço de escoramento de vala, num determinado trecho entre dois poços de visita, se o mesmo for executado conforme o projeto aprovado em toda extensão do trecho em consideração. (Termo de Referência – SODF/SUPOP, assinado em 28.09.2020, SEI nº 47946957, grifo nosso)

I.4. Segurança do trabalho

Além de levar em conta as referidas ações e condicionantes geológico-geotécnicas, por questões de segurança do trabalho, o projeto também deve considerar os riscos a que estão expostos os operários, bem como as medidas de prevenção desses riscos[73]. Por isso, *“Na elaboração do projeto executivo das escavações é importante o envolvimento do especialista em segurança do trabalho para auxiliar na especificação dos requisitos de segurança do trabalho”* (SESI/DN, 2019, p. 27). Até porque, segundo a Lei Federal nº 8.666, de 1993, trata-se de um requisito obrigatório para projetos de obras e serviços de engenharia a adoção das normas técnicas, de saúde e de segurança do trabalho adequadas[74].

Igualmente, o executante também *“deve observar a legislação do Ministério do Trabalho que determina obrigações no campo da segurança, higiene e medicina do trabalho”*[75], porquanto se trata de uma obrigação legal[76].

A segurança do trabalho durante as escavações é tão relevante que toda escavação com profundidade superior a 1,25 m somente pode ser iniciada com a liberação e autorização de profissional legalmente habilitado, atendendo o disposto nas normas técnicas nacionais vigentes [77]. Para exemplificar, tanto a NBR 15645, quanto a recente NBR 17015, ambas da ABNT, dispõem ser *“obrigatório o escoramento de valas com profundidade superior a 1,25 m”*[78] (grifo nosso), sendo que, nesses casos, além de estarem protegidas com taludes e/ou escoramentos, devem dispor de escadas ou rampas colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores[79]. Entretanto, caso as paredes laterais da vala sejam constituídas de solo passível de desmoronamento, o escoramento será obrigatório independentemente da profundidade da escavação[80].

Nesse quesito envolvendo a segurança dos operários é que a NS 01-NOVACAP preceitua que, caso o executante não disponha de material para executar o escoramento, a

fiscalização não permitirá o início do serviço de escavação da vala, e anotará a ocorrência no Diário de Obra, sendo que o serviço somente poderá ser liberado após a chegada e a inspeção do material na obra[81].

Por fim, ainda carece destacar que, nos termos da recente NBR 17015 da ABNT [82]:

Qualquer ônus decorrente de acidentes e danos causados por imprudência ou imperícia, durante a escavação, deve ser de responsabilidade da empresa executora da obra. Portanto, recomenda-se que os serviços de escavação e reaterro sejam executados no mesmo dia, evitando-se o risco de acidentes devido às valas abertas. (grifo nosso)

I.5. Tipos de escoramentos

O projeto específico deve indicar o tipo de escoramento mais adequado para cada trecho[83], sendo que os tipos de escoramentos mais comuns são: a) escoramento descontínuo (aberto); b) escoramento contínuo (fechado); e c) escoramento especial[84]. Eventualmente, podem ser utilizados, a depender das características do solo e da profundidade da vala: d) estacas pranchas metálicas de encaixe, e) caixões (painéis metálicos) deslizantes, entre outros[85]. A classificação dos escoramentos também pode se dar quanto ao material utilizado, *verbi gratia*, escoramentos de madeira, metálicos ou mistos (metálico-madeira).

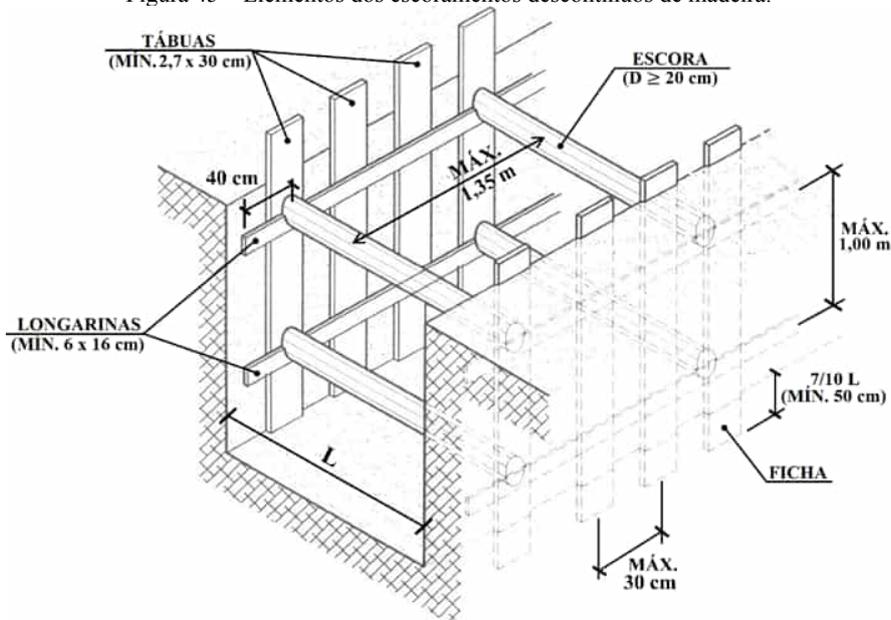
Seria demasiado dispendioso descrever os diversos tipos de escoramentos existentes, pois cada um possui especificidades que possuem vantagens e desvantagens a depender do tipo de escavação e do subsolo existente. Caso o leitor tenha interesse em compreender melhor cada um deles, remete-se à leitura da obra “*Valas: abertura, escoramento provisório e esgotamento d’água*”, de José Luiz de Godoy e Vasconcellos e a recente NBR 17015 da ABNT. Por ora, serão tratados apenas casos pertinentes à presente auditoria.

I.5.1. Escoramentos descontínuos

Consoante os ensinamentos de Vasconcellos (2013, p. 37), escoramento descontínuo (aberto) é “*aquele que não cobre toda a superfície lateral da vala*”. Quando composto de peças de madeira, os elementos usuais utilizados serão: tábuas, estroncas (escoras) e longarinas (vigas) (Figura 45a). As tábuas são elementos dispostos verticalmente para contenção da superfície lateral da vala. Por sua vez, as estroncas (escoras) são peças destinadas a absorver esforços horizontais da reação de apoio das tábuas de proteção das escavações, sendo colocadas sob tensão (compressão) transversalmente à vala para transmitirem a força resultante do empuxo da terra de um lado da vala para o outro. Já as longarinas (vigas) são peças colocadas longitudinalmente, isto é, paralelas ao eixo da vala, servindo para solidarizar o conjunto e

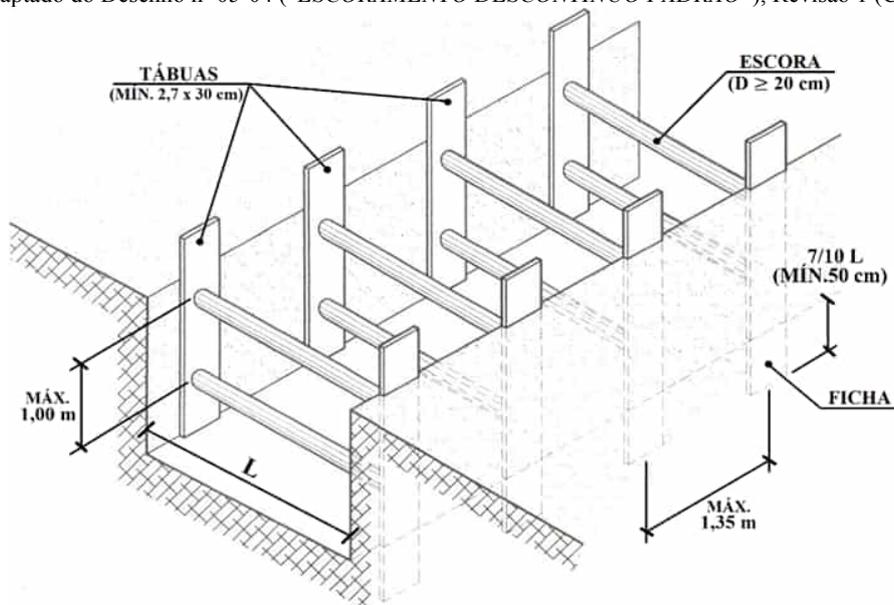
transmitir o esforço às estrocas (VASCONCELLOS, 2013, p. 17/18). Há situações em que se dispensa o uso das longarinas, sendo nesse caso denominado escoramento pontaleado (pontaleamento) em alusão aos “pontaletes”[86] (representados pelas escoras) (Figura 45b).

Figura 45 – Elementos dos escoramentos descontinuos de madeira.



(a) Com longarina.

Fonte: adaptado do Desenho nº 05-04 (“*ESCORAMENTO DESCONTÍNUO PADRÃO*”), Revisão 1 (CORSAN).



(b) Sem longarina (pontaleamento).

Fonte: adaptado do Desenho nº 05-02 (“*PONTALETEAMENTO PADRÃO*”), Revisão 1 (CORSAN).



Segundo a recente NBR 17015 da ABNT, quando não detalhados em projeto, as dimensões (bitolas) mínimas e os espaçamentos máximos usuais dos escoramentos descontínuos devem ser:

- Escoramentos com emprego de longarinas (vigas): tábuas verticais de 0,027 m x 0,30 m espaçadas longitudinalmente de 0,30 m, as quais serão travadas por longarinas de 0,06 m x 0,16 m em toda a sua extensão, espaçadas verticalmente de 1,00 m, e por estroncas de Ø 0,20 m, espaçadas longitudinalmente de 1,35 m e verticalmente de 1,00 m, sendo que a primeira estronca deverá ser posicionada a 0,40 m da extremidade da longarina (Figura 45a).
- Escoramentos pontaleteados (pontaleteamentos): tábuas verticais de 0,027 m x 0,30 m, espaçadas longitudinalmente de 1,35 m e travadas com estroncas de Ø 0,20 m, espaçadas verticalmente de 1,00 m (Figura 45b).

A título de conhecimento, essas mesmas especificações também já estavam dispostas na antiga NBR 12266, bem como estão previstas na NBR 15645, ambas da ABNT. Só que as NBR 17015 e 15645 vão além, ao estabelecer que a ficha do escoramento deve ser de pelo menos 7/10 da largura da vala, com um mínimo de 0,50 m[87].

Acerca da profundidade das valas, quando se está defronte de valas profundas ($h > 5,0 m$), é preciso saber que nem sempre apenas um “lance” de escoramentos será suficiente, sendo necessário, nesses casos, recorrer a uma maior quantidade de peças para garantir a contenção das paredes laterais das valas. Nesse sentido, são válidas as palavras de Vasconcellos (2013, p. 92):

[...] **nem sempre é possível atingir o fundo da vala num único lance de pranchados de madeira**; neste caso, lança-se mão de **escoramentos duplos ou triplos**. A construção se processa como se fossem dois ou três escoramentos simples. (grifo nosso)

1.5.1.1. Características das madeiras

Ainda quanto ao aspecto dimensional das peças, tanto a NBR 15645, quanto a recente NBR 17015, ambas da ABNT, também salientam que, caso no local da obra as bitolas comerciais de tábuas e vigas não coincidam com as mínimas preconizadas na Figura 45, devem ser utilizadas peças com módulo de resistência equivalente ou com dimensões imediatamente superiores[88]. Ademais, os elementos deverão ter resistência mecânica compatível com os esforços solicitantes[89], isto é, dependerão de projeto específico, que, como visto, deve conter

dimensionamento evidenciado por meio de memória de cálculo que considere as ações devido às cargas estáticas e dinâmicas.

A saber, o módulo de resistência da seção (módulo de resistência à flexão ou módulo de flexão da seção), designado usualmente pela variável W , provém do estudo da flexão reta simples da Resistência dos Materiais e representa, em termos numéricos, como determinado tipo de seção transversal reage ao esforço de flexão.

Portanto, considerando-se as propriedades geométricas de dois elementos estruturais de madeira dispostos na Figura 46 (um prismático de seção retangular constante e outro cilíndrico com seção circular variável), é possível obter os respectivos módulos de resistência da seguinte maneira (PFEIL, 2003, p. 195):

- Para peças de madeiras serradas retangulares:

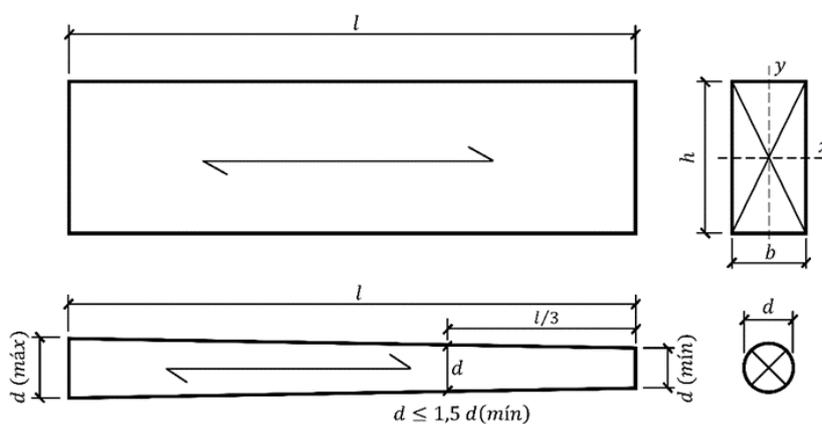
$$W_x = \frac{bh^2}{6} \quad (\text{I.1})$$

$$W_y = \frac{hb^2}{6} \quad (\text{I.2})$$

- Para elementos de madeiras roliças:

$$W = 0,116 d^3 \quad (\text{I.3})$$

Figura 46 – Propriedades geométricas de madeiras serradas retangulares e roliças.



Fonte: adaptado de Pfeil (2003, p. 195).

Ainda quanto aos elementos estruturais de madeira, Pfeil (2003, p. 9) ensina que as madeiras utilizadas na Construção Civil podem ser classificadas em duas categorias:

1. Madeiras maciças:
 - a. Madeiras brutas (roliças);
 - b. Madeiras falquejadas; e
 - c. Madeiras serradas.
2. Madeiras industrializadas:
 - a. Madeiras compensadas;
 - b. Madeiras laminadas (microlaminadas) e coladas; e
 - c. Madeiras recompostas.

Para o presente escopo, releva saber o significado de duas das madeiras maciças: as madeiras brutas (roliças) e as madeiras serradas.

Madeiras brutas (roliças) são o “*produto com menor grau de processamento da madeira*” (ZENID, 2009, p. 23), isto é, empregadas “*em forma de tronco*” (PFEIL, 2003, p. 9) (Figura 47a). Já madeiras serradas são aquelas que resultam diretamente da desdobra de toras em toretes, constituídas de peças cortadas longitudinalmente por meio de serra, independentemente de suas dimensões, com seção retangular ou quadrada[90] (Figura 47b), ou seja, são aquelas produzidas “*em unidades industriais – serrarias – onde as toras são processadas mecanicamente, transformando a peça originalmente cilíndrica em peças quadrangulares ou retangulares, de menor dimensão*” (ZENID, 2009, p. 23) (Figura 47c).

Figura 28 – Madeiras maciças.

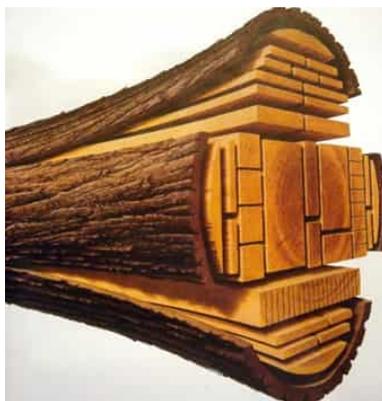


(a) Madeiras brutas (roliças).

(b) Madeiras serradas.

Disponível em: https://fotos.habitissimo.com.br/foto/produtos-eucalipto-rolico-escoramento_42846. Acesso em: 23.11.2021.

Disponível em: <http://reproduzbrasil.com/produtos/madeira-serrada/>. Acesso em: 23.11.2021.



(c) Exemplo de esquema de corte das toras de madeira.

Disponível em: https://www.reddit.com/r/pics/comments/6vyw2z/how_a_log_is_cut_into_lumber/. Acesso em: 26.11.2021.

Ainda na esteira de classificações das madeiras, desta vez quanto às espécies utilizadas na Construção Civil ou, mais precisamente, quanto à estrutura celular dos troncos das árvores (e não propriamente pela resistência), Pfeil (2003, p. 1) também leciona que existem outras duas categorias principais:

- a. Madeiras duras (*hardwood*) – provenientes de árvores frondosas (folhosas) (dicotiledôneas, da classe Angiosperma, com folhas achatadas e largas) e de crescimento lento, sendo chamadas de “madeiras de lei” quando de melhor qualidade. A esse grupo pertence a maioria das espécies florestais brasileiras [91]; e
- b. Madeiras macias (*softwood*) – provenientes em geral das árvores coníferas (da classe Gimnosperma, com folhas em forma de agulhas ou escamas e sementes agrupadas em forma de cones) e de crescimento rápido.

A título de exemplificação, a antiga NBR 7190:1997 da ABNT, ao tratar de valores médios usuais de resistência e rigidez de madeiras nativas e de reflorestamento, dispõe acerca dos nomes comuns (populares) e científicos de algumas espécies de madeiras duras (dicotiledôneas) e macias (coníferas):

Tabela 33 – Nomenclaturas de algumas espécies de madeira.

Madeiras Duras (Dicotiledôneas)		Madeiras Macias (Coníferas)	
Nome Comum	Nome Científico	Nome Comum	Nome Científico
Angelim araroba	<i>Vataireopsis araroba</i>	Pinho do Paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>
Angelim ferro	<i>Hymenolobium spp</i>	<i>Pinus caribea</i>	<i>Pinus caribea var. caribea</i>
Angelim pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>	<i>Pinus bahamensis</i>	<i>Pinus caribea var. bahamensis</i>
Angelim pedra verdadeiro	<i>Dinizia excelsa</i>	<i>Pinus hondurensis</i>	<i>Pinus caribea var. hondurensis</i>
Branquilha	<i>Termilalia spp</i>	<i>Pinus elliottii</i>	<i>Pinus elliottii var. elliottii</i>

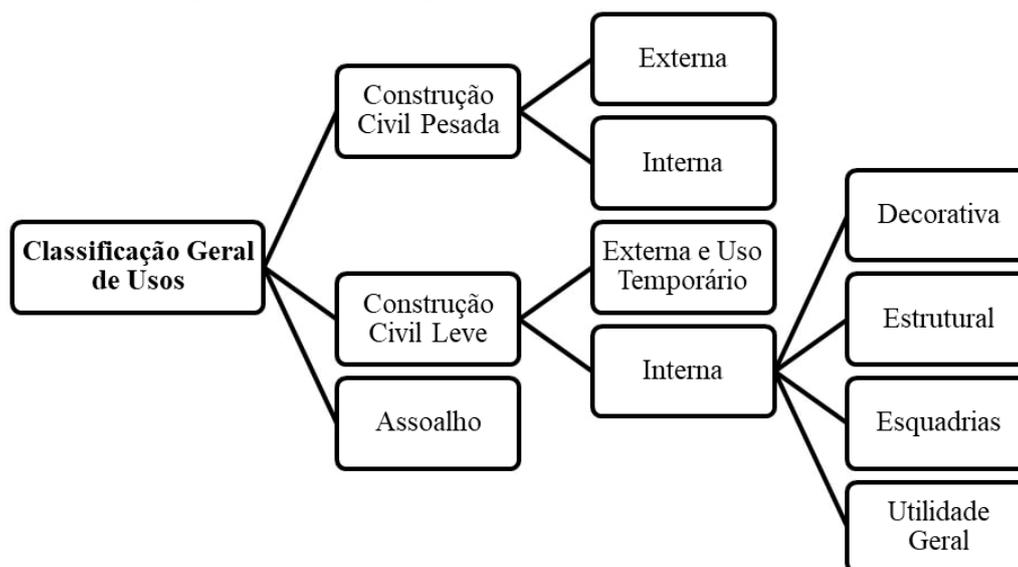


Madeiras Duras (Dicotiledôneas)		Madeiras Macias (Coníferas)	
Nome Comum	Nome Científico	Nome Comum	Nome Científico
Cafearana	<i>Andira spp</i>	<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pinus oocarpa shiede</i>
Canafístula	<i>Cassia ferruginea</i>	<i>Pinus taeda</i>	<i>Pinus taeda L.</i>
Casca grossa	<i>Vochysia spp</i>		
Castelo	<i>Gossypiospermum praecox</i>		
Cedro amargo	<i>Cedrella odorata</i>		
Cedro doce	<i>Cedrella spp</i>		
Champagne	<i>Dipterys odorata</i>		
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>		
Catiúba	<i>Qualea paraensis</i>		
<i>E. Alba</i>	<i>Eucalyptus alba</i>		
<i>E. Camaldulensis</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>		
<i>E. Citriodora</i>	<i>Eucalyptus citriodora</i>		
<i>E. Cloeziana</i>	<i>Eucalyptus cloeziana</i>		
<i>E. Dunnii</i>	<i>Eucalyptus dunnii</i>		
<i>E. Grandis</i>	<i>Eucalyptus grandis</i>		
<i>E. Maculata</i>	<i>Eucalyptus maculata</i>		
<i>E. Maidene</i>	<i>Eucalyptus maidene</i>		
<i>E. Microcorys</i>	<i>Eucalyptus microcorys</i>		
<i>E. Paniculata</i>	<i>Eucalyptus paniculata</i>		
<i>E. Propinqua</i>	<i>Eucalyptus propinqua</i>		
<i>E. Punctata</i>	<i>Eucalyptus punctata</i>		
<i>E. Saligna</i>	<i>Eucalyptus saligna</i>		
<i>E. Tereticornis</i>	<i>Eucalyptus tereticornis</i>		
<i>E. Triantha</i>	<i>Eucalyptus triantha</i>		
<i>E. Umbra</i>	<i>Eucalyptus umbra</i>		
<i>E. Urophylla</i>	<i>Eucalyptus urophylla</i>		
Garapa Roraima	<i>Apuleia leiocarpa</i>		
Guaiçara	<i>Luetzelburgia spp</i>		
Guaruaia	<i>Peltophorum vogelianum</i>		
Ipê	<i>Tabebuia serratifolia</i>		
Jatobá	<i>Hymenaea spp</i>		
Louro preto	<i>Ocotea spp</i>		
Maçaranduba	<i>Manilkara spp</i>		
Mandioqueira	<i>Qualea spp</i>		
Oiticica amarela	<i>Clarisia racemosa</i>		
Quarubarana	<i>Erisma uncinatum</i>		
Sucupira	<i>Diploptropis spp</i>		
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>		

Fonte: Tabelas E.2 e E.3, ambas da antiga NBR 7190:1997 da ABNT.

Por fim, também é preciso saber que, na Construção Civil, a madeira é utilizada de diversas formas, podendo ser de uso temporário (fôrmas para concreto, andaimes e escoramentos) ou de uso definitivo (estruturas de coberturas, esquadrias – portas e janelas –, forros e pisos) (ZENID, 2009, p. 20). Assim, é possível estabelecer um terceiro critério de classificação geral das peças de madeira, conforme o uso, da seguinte maneira:

Figura 48 – Classificação geral de usos da madeira na Construção Civil.



Fonte: Zenid (2009) e Nahuz (2013).

Dentre as classes dispostas na Figura 48, os escoramentos pertencem à classe da Construção Civil Leve e, mais especificamente, de Uso Temporário, porquanto sejam estruturas provisórias. Nessa classe, são comuns as seguintes espécies de madeira:

Tabela 34 – Espécies de madeira de uso comum na Construção Civil Leve.

Nome Popular	Nome Científico
Angelim-amargoso	<i>Vatairea sp</i>
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>
Bacuri	<i>Platonia insignis</i>
Bacuri-de-anta	<i>Moronobea coccinea</i>
Cambará	<i>Qualea ssp.</i>
Canafiscula	<i>Peltrothorum vogelianum</i>
Cedrinho (Cambará)	<i>Erismia uncinatum</i>
Cedrorana	<i>Cedrelinga cateniformis</i>
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>
Curupixá	<i>Micropholis venulosa</i>
Eucalipto (Reflorestamento)	<i>Eucalyptus tereticornis, E. citriodora, E. saligna</i>



Nome Popular	Nome Científico
Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>
Jacareúba	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Louro-canela	<i>Ocotea spp. ou Nectandra spp.</i>
Louro-vermelho	<i>Nectandra rubra</i>
Mandioqueira	<i>Ruizterania albiflora</i>
Marinheiro	<i>Guarea spp.</i>
Pau-jacaré	<i>Laetia procera</i>
Quaruba	<i>Vochysia spp.</i>
Rosadinho	<i>Micropholis guianensis</i>
Tachi	<i>Tachigali myrmecophilla</i>
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
Tauari	<i>Couratari spp.</i>
Tauari-vermelho	<i>Cariniana micrantha</i>
Taxi	<i>Tachigali spp. ou Sclerolobium spp.</i>

Fonte: Zenid (2009, p. 45) e Nahuz (2013, p. 15).

Tendo em vista os três critérios de classificação das madeiras na Construção Civil supracitados, é preciso agora deitar luzes às especificações das normas da ABNT quanto às espécies de madeira a serem utilizadas nos escoramentos de madeira.

Segundo a antiga NBR 12266, a NBR 15645 e a recente NBR 17015, todas da ABNT, nos escoramentos descontínuos de madeira, devem ser empregadas **madeiras duras** e resistentes à umidade. A primeira e a terceira vão além ao enumerar algumas espécies para as tábuas e longarinas (vigas), tais como “*peroba*”, “*maçaranduba*”, “*angelim*” e “*canafístula*”, bem como ao dispor que as estroncas (escoras) podem ser de “*eucalipto*” [92]. Frise-se que, face às listas exemplificativas da antiga NBR 12266 e da recente NBR 17015 da ABNT, é possível encontrar outras espécies passíveis de utilização nos escoramentos de madeira, consoante a lista da Tabela 34.

Com isso, pode-se concluir que, **em todo caso**, as madeiras deverão ser **maciças e duras**. Além disso, à exceção das estroncas (escoras), que podem ser de madeira roliça (bruta) – haja vista que a ABNT indica que devem possuir “diâmetro” – e da espécie “*eucalipto*”, as tábuas e as longarinas, além de serradas, devem ser madeiras duras de melhor qualidade.

1.5.1.2. Características do solo

Já quanto às características do solo, importa saber que o escoramento descontínuo é normalmente indicado para **terrenos firmes e secos e argilas duras**, isto é, **terrenos argilosos de boa qualidade e com pouca ou nenhuma água subterrânea (lençol freático)**

(VASCONCELLOS, 2013, p. 40 e CHAMA NETO, 2008, p. 285). Segundo o caderno técnico do SINAPI (2020), “*Este sistema de escoramento se aplica apenas acima do nível d’água, ou quando a permeabilidade do solo for baixa o suficiente para permitir o esgotamento por bombas*” (grifo nosso). Logo, em solos de argila mole, arenosos e na presença de água, não se recomenda usar escoramento descontínuo[93].

Além dos escoramentos descontínuos, há escoramentos contínuos que merecem destaque por envolverem, além de mão de obra e materiais, o emprego de determinados equipamentos.

I.5.2. Escoramentos contínuos

Escoramento contínuo (ou fechado) é aquele “*cujas peças de contenção das superfícies laterais ficam justapostas longitudinalmente cobrindo todas as faces das valas*” (VASCONCELLOS, 2013, p. 42). Existem diversas formas de escoramentos contínuos: a) tábuas justapostas verticalmente; b) pranchas justapostas horizontalmente; c) escoramento especial, por meio da cravação de estacas pranchas de madeira, de PVC, de fibra de vidro ou metálicas; d) escoramento metálico-madeira (perfil/pranchão, misto ou tipo hamburguês); e) trilhos e painéis deslizantes (*slide rail*); f) caixa trincheira (escudo, escudo trincheira, sistema trincheira, escoramento blindado, blindagem, escoramento tipo “gaiola”, “chiqueirinho”, *trench shielding system*, *trench shield* ou *trench box*); e g) gabarito móvel de cravação.

I.5.2.1. Características do solo

Como o escoramento contínuo é aquele que reveste toda a superfície lateral da vala, ele é indicado para **solos instáveis**. A saber, essa modalidade de escoramento destina-se à retenção de solo e água a fim de impedir que o material seja carreado para dentro da vala (carreamento dos grãos através das tábuas ou pranchas), evitando-se o solapamento desta[94] (desmoronamento) e/ou abatimento da via pública[95], como também para permitir melhores condições de trabalho dos operários no interior da vala. Logo, é um tipo de escoramento utilizado quando a escavação se processa em **argilas moles, solos arenosos e na presença de água (abaixo do lençol freático)**.

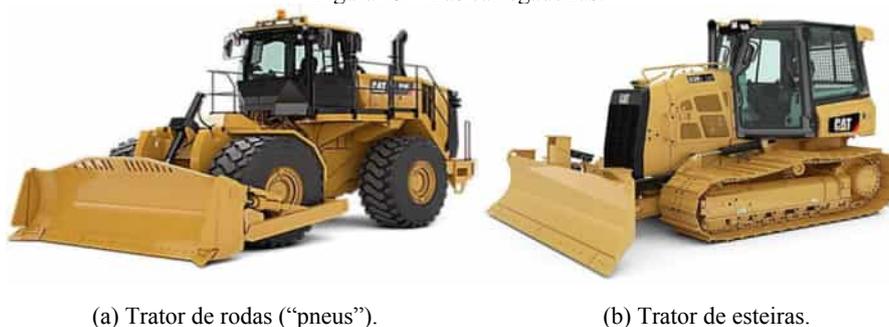
Dito isso, antes de adentrar nas características de algumas modalidades de escoramentos contínuos, é preciso deitar luzes a conceitos em torno de alguns equipamentos de terraplenagem.

I.5.2.2. Equipamentos de terraplenagem

Consoante os ensinamentos de Jaworski (2018), existem diversos tipos de equipamentos de escavação, que são classificados em função do tipo de serviço de escavação a que se destinam, bem como em função da forma construtiva de eventuais implementos[96]. Dentre eles, cabe destacar os equipamentos escavadores carregadores (escavocarregadores ou pás carregadeiras) e os equipamentos escavadores elevadores (também conhecidos como escavadeiras).

Segundo o autor, as pás carregadeiras são constituídas por tratores sobre rodas pneumáticas (“pneus”) ou sobre esteiras equipados com caçamba frontal, que é acionada através de um sistema de braços articulados, elevando o material nela depositado para posterior despejo em unidades de transporte (Figura 49). Além disso, apresentam a característica de preencher a caçamba com o deslocamento da máquina.

Figura 49 – Pás carregadeiras.



Fonte: *Caterpillar*.

A seu turno e diferentemente das pás carregadeiras, as escavadeiras possuem a característica de executar a escavação com a máquina estacionada, isto é, sem se deslocarem na fase do carregamento de sua concha ou caçamba. Entre outras bases de apoio, as escavadeiras também podem ser construídas sobre rodas (“pneus”) ou sobre esteiras. Além disso, a depender do tipo de caçamba[97], possuem espécies, dentre as quais se destaca a escavadeira de caçamba invertida[98] (chamada de retroescavadeira), que possui maior eficiência quando escava em um nível inferior ao de apoio de sua base.

As retroescavadeiras propriamente ditas (*stricto sensu*) são aquelas conhecidas como escavadeiras hidráulicas sobre esteiras, que são equipamentos que escavam em níveis inferiores ao nível de sua base (Figura 50).

Figura 50 – Escavadeira hidráulica sobre esteiras.

Fonte: *Caterpillar*.

Já as retroescavadeiras sobre rodas (“pneus”) mais usuais são, como leciona Jaworski (2018), tratores de rodas do tipo agrícola equipados com dois implementos: uma caçamba retroescavadeira (na parte traseira) e uma caçamba como aquela usada nas pás carregadeiras (na parte frontal). Por essa razão, também são chamados de retroescavadeiras sobre rodas (“pneus”) com carregadeira. São equipamentos versáteis, pois permitem o carregamento de caminhões, aberturas de valas e nivelamento de terrenos (Figura 51).

Figura 51 – Retroescavadeiras sobre rodas (“pneus”) com carregadeira.

Fonte: *Caterpillar*.

Compreendidos brevemente os conceitos em torno de alguns equipamentos de terraplenagem, importa conhecer que dois deles são costumeiramente utilizados em alguns tipos de escoramentos contínuos, quais sejam, as caixas trincheiras e os trilhos e painéis deslizantes.

1.5.2.3. Caixas trincheiras

As caixas trincheiras, também denominadas de escudos, escudos trincheiras, sistemas trincheiras, escoramentos blindados, blindagens, escoramentos tipo “gaiolas”,

“chiqueirinhos”, *trench shielding system*, *trench shield* ou *trench box*, são um tipo de escoramento pré-fabricado composto de chapas metálicas simples ou duplas dispostas paralelamente e geralmente interligadas por quatro escoras fixas e não extensíveis, cujos modelos podem ser encontrados no mercado em dimensões específicas. Salienta-se que é desejável que as escoras se situem mais próximas da parte superior das chapas laterais, tendo em conta que a tubulação passará ao fundo da vala. Dessa forma, permitem-se melhores condições de assentamento dos tubos (Figura 52a). Ocorre que o serviço do escoramento é realizado com ajuda de equipamentos que posicionam o conjunto no interior da vala, assim que a escavação disponibiliza frente de serviço[99]. Para tanto, usualmente se utiliza retroescavadeira sobre rodas para blindados “leves” e escavadeira hidráulica sobre esteiras para blindados “pesados”[100] (Figura 52b).

Figura 52 – Caixa trincheira.



(a) Assentamento de tubo.

Disponível em: <https://tprco.com/product/steel-trench/>
<http://reproduzbrasil.com/produtos/madeira-serrada/>. Acesso em: 06.12.2021.

(b) Içamento por escavadeira hidráulica.

Disponível em: <https://utilitycontractoronline.com/how-to-use-trench-box-tabulated-data-the-right-way/>. Acesso em: 06.12.2021.

Salienta-se que, pelo fato de não ser montada no local, a caixa trincheira geralmente apresenta transtornos às vias públicas e transeuntes, tanto em sua instalação quanto na sua operação[101], de modo que, no país, há entidades públicas (a exemplo da Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR) que restringem seu uso a áreas não urbanizadas, como fundos de vales, ao longo de margens de rios e córregos e em áreas abertas.

I.5.2.4. Trilhos e painéis deslizantes

Por sua vez, os trilhos e painéis deslizantes (*slide rail*) consistem em trilhos que funcionam como guias (representados em azul na Figura 53) por onde são fixadas e deslizam os painéis de chapas metálicas duplas com formato retangular (indicados em amarelo na Figura 53). As chapas e os trilhos são empurrados ou sacados com o emprego da escavadeira hidráulica.

Figura 53 – Painéis deslizantes.



(a) Içamento do painel por escavadeira hidráulica.

(b) Assentamento de tubo.

Disponível em: <https://www.ntsafety.com/product/slide-rail-shoring/>. Acesso em: 06.12.2021.

I.6. Diagrama de pressões

A fim de introduzir o assunto em torno do cálculo das pressões máximas suscitado na recente NBR 17015 da ABNT, recorrer-se-á majoritariamente aos ensinamentos de Caputo (2015b), Marzionna *et al.* (1998) e Tacitano (2006), os quais serão reproduzidos na sequência.

É sabido que a análise e o projeto de sistemas de contenção, dos quais os escoramentos fazem parte, envolvem basicamente quatro etapas: a determinação das cargas atuantes, a obtenção dos esforços solicitantes, o dimensionamento dos elementos de contenção e as verificações complementares aplicáveis a cada caso específico.

No tocante à primeira etapa, independentemente do tipo de obra, sabe-se que os carregamentos atuantes nas escavações e contenções serão essencialmente os mesmos, de modo que se pode dizer que o carregamento final é composto de três parcelas básicas: empuxo de terra, empuxo devido a sobrecargas externas e empuxo devido à água.

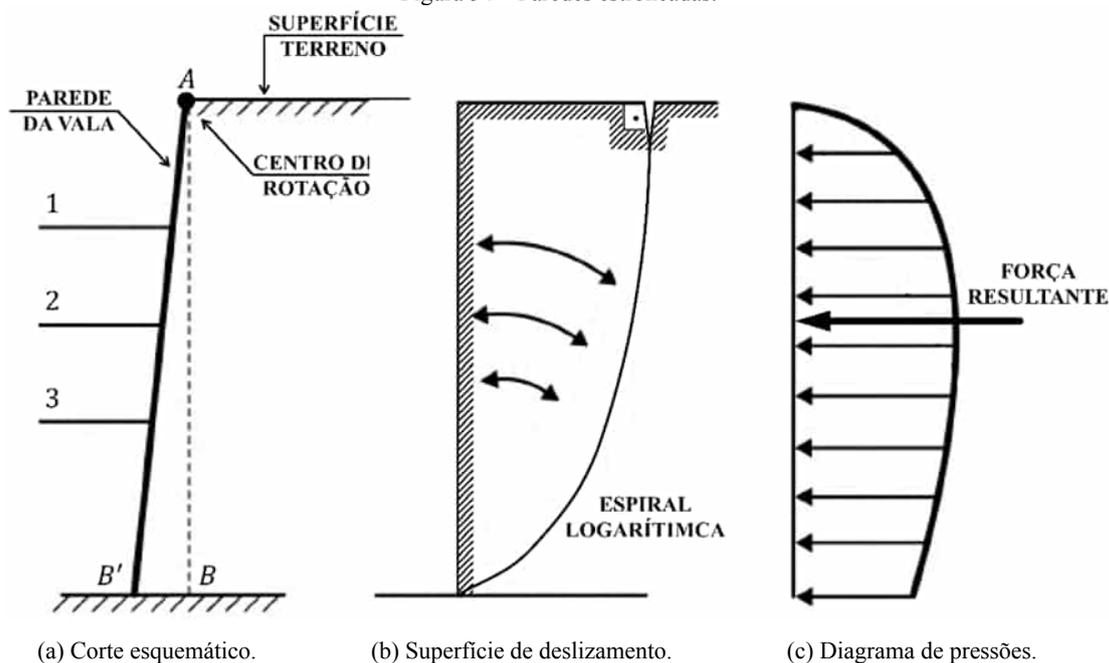
Por questões elucidativas, será focado apenas o empuxo de terra em paredes estroncadas ou, mais especificamente, em valas com escoramentos que possuem estroncas

(escoras) com vãos similares, formando um sistema de contenção flexível e cujo nível d'água está abaixo da escavação.

Em acréscimo, é importante salientar que, segundo Maffei e André (1974 *apud* TACITANO, 2006, p. 28), os métodos de cálculo de paredes de contenções podem ser subdivididos em empíricos, semiempíricos e analíticos. Desses, face ao escopo desta explanação, deitar-se-á luzes aos métodos empíricos, que, embora não tenham fundamento teórico que permita generalizações, por sua simplicidade e por serem resultantes de trabalhos realizados em obras importantes, possuem conclusões que podem ser consideradas válidas, consistindo, portanto, em método de cálculo devidamente consagrado pela boa técnica de engenharia, conforme exige a recente NBR 17015 da ABNT.

Para municiar o leitor de um breve arcabouço conceitual do tema, é preciso saber que, à medida que a escavação avança, devem ser colocadas escoras (1, 2, 3) para restringirem progressivamente a expansão do solo. Acontece que tal distensão ainda permanece nos trechos inferiores ainda não escorados, de modo que, ao final da escavação, a parede da vala AB foi, de fato, escorada na posição AB' , ou seja, “girando em torno do topo” (Figura 54a).

Figura 54 – Paredes estroncadas.



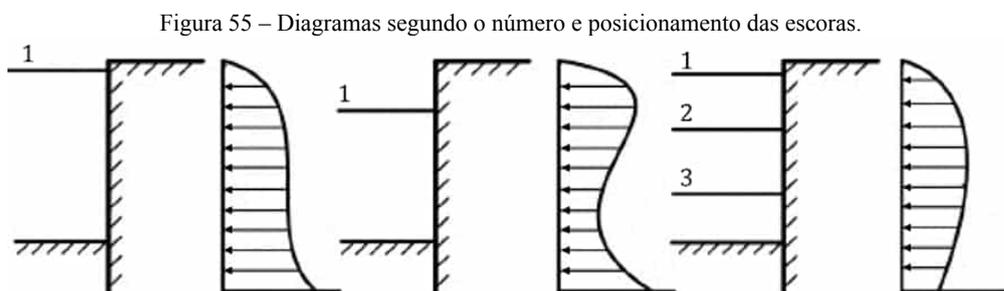
Fonte: adaptado de Caputo (2015b).

O maciço terroso, não podendo se deformar lateralmente na parte superior do escoramento, desloca-se verticalmente originando uma superfície curva de deslizamento (escorregamento) que corta a superfície do terreno segundo um ângulo reto e é representada por

uma espiral logarítmica (Figura 54b). Dessa feita, a distribuição de pressões devidas ao empuxo da terra resulta em um diagrama teórico de forma parabólica, cujo valor máximo da força resultante atua aproximadamente no centro da profundidade da vala (Figura 54c).

Em geral, sobretudo no caso de areias (solos sem coesão[102]), quer dizer basicamente que, nos locais em que for maior a restrição à deformação do maciço terroso, maior será a concentração de pressões. E, de modo inverso, nos trechos onde o solo for menos restringido (como na parte inferior do escoramento), haverá alívio de tensões. A essa redistribuição de pressões dá-se o nome de **efeito de arqueamento** (ou **efeito de arco**) do solo.

Para se ter ideia da influência do número e do posicionamento das escoras na distribuição de pressões ao longo da profundidade da vala, é possível dispor dos seguintes diagramas de pressões do solo:



Fonte: adaptado de Caputo (2015b).

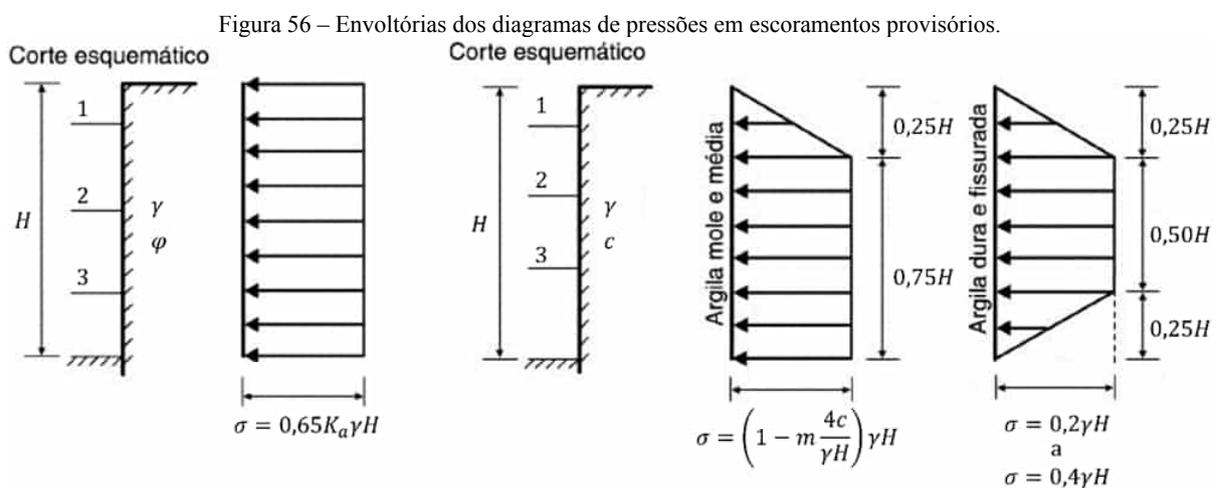
Pois bem, superada a sumária exposição conceitual, impende realçar o método empírico mais difundido na prática, qual seja, o Método da Envoltória Aparente de Pressões (*Method of Calculating Apparent Pressure Diagram*), proposto por Terzaghi e Peck (1967), citado pelos autores supramencionados no início deste subitem.

Além de ser fundamentado em observações experimentais, trata-se de um método que é função das características do solo e geralmente conservador, isto é, a favor da segurança. Portanto, consiste em uma boa ferramenta a ser empregada em pré-dimensionamentos ou em valas de “menor responsabilidade”, tais quais as que serão escavadas nas obras que são objeto desta auditoria.

Segundo Peck (1969), essas envoltórias aparentes de pressões não se destinam a representar a distribuição “real” do empuxo de terra nas seções verticais da escavação, mas sim as pressões “hipotéticas” a partir das quais podem ser calculadas as cargas atuantes nas escoras. Apesar de poderem ser obtidas de modo aproximado, essas cargas não serão excedidas no caso real.

Por sua vez, Lambe e Whitman (1979, p. 188/191) acrescentam que o diagrama de distribuição de pressões a ser adotado em projeto representa, na verdade, uma envoltória que considera as várias distribuições reais possíveis, haja vista que a distribuição de pressões “real” mudará de seção para seção, dependendo de quão “apertadas” (tensionadas) as escoras estiverem nos seus locais.

Portanto, pode-se dizer que o termo envoltória representa o lugar geométrico dos carregamentos máximos atuantes em cada seção vertical da estrutura do escoramento para fins de projeto. Assim, as envoltórias de diagramas de distribuição de pressões em escoramentos provisórios sugeridas por Terzaghi e Peck para areias e argilas estão dispostas na Figura 56:



(a) Em areias (solos não coesivos).

(b) Em argilas (solos coesivos).

Fonte: adaptado de Caputo (2015b).

Onde:

H – Profundidade da vala, tal que $H \leq 20,0 m$;

γ – Peso específico do solo;

φ – Ângulo de atrito interno do solo;

c – Coesão das argilas;

K_a – Coeficiente de empuxo ativo, dado por $K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2)$, tal que a unidade de φ é em graus.

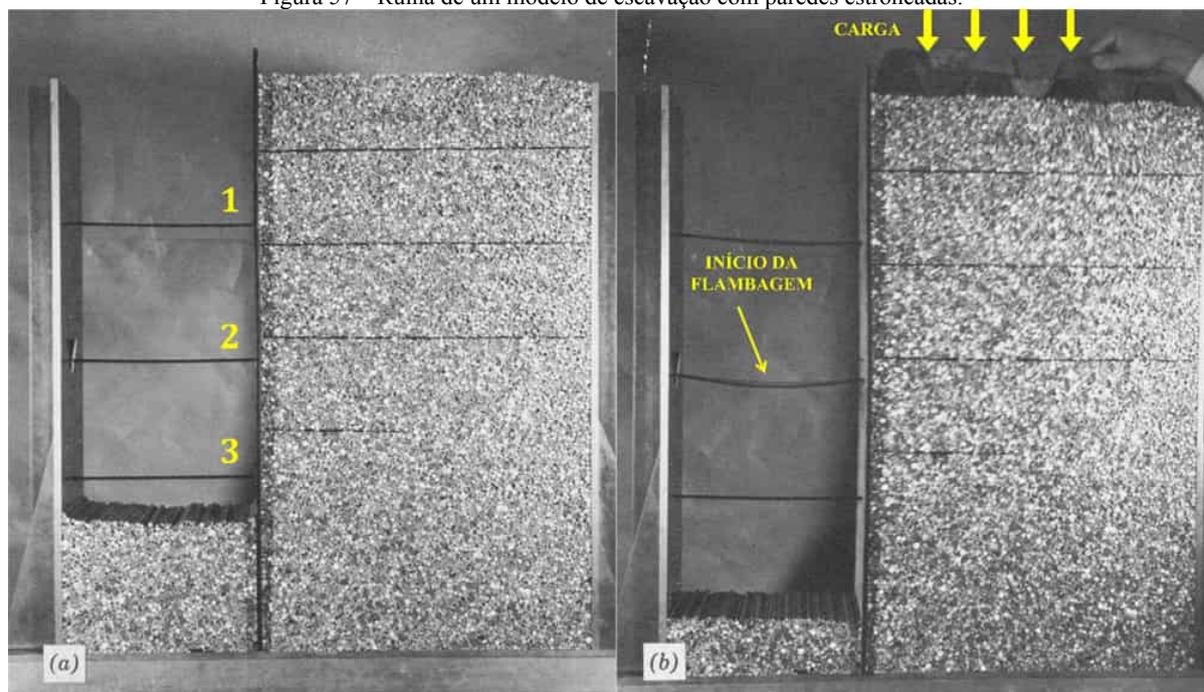
m – Coeficiente que se destina a reduzir a resistência ao cisalhamento da argila ao lado e abaixo da escavação, devido a deformações por cisalhamento originadas em grandes profundidades, tal que $m = 1$ para argilas plásticas e $m = 0,4$ se $\gamma H/c \geq 6$ e houver uma extensa zona de argila mole sob o fundo da escavação; e

σ – Pressão máxima do solo.

Lambe e Whitman (1979, p. 188/191) lecionam que a razão para adoção de uma envoltória reside no fato de que, como as escoras tornam-se instáveis mediante a flambagem[103], é importante que nenhuma delas seja carregada além do limite de sua estabilidade. Não é permitido dizer que, se uma escora for submetida a um acréscimo de carga e começar a falhar, a sobrecarga será simplesmente transferida para uma estronca adjacente, pois, ainda que nenhuma das escoras do sistema sequer comece a flambar, existe a possibilidade de a capacidade resistente de qualquer uma delas ser praticamente nula e então todo o sistema de escoramento estará em perigo de ruína.

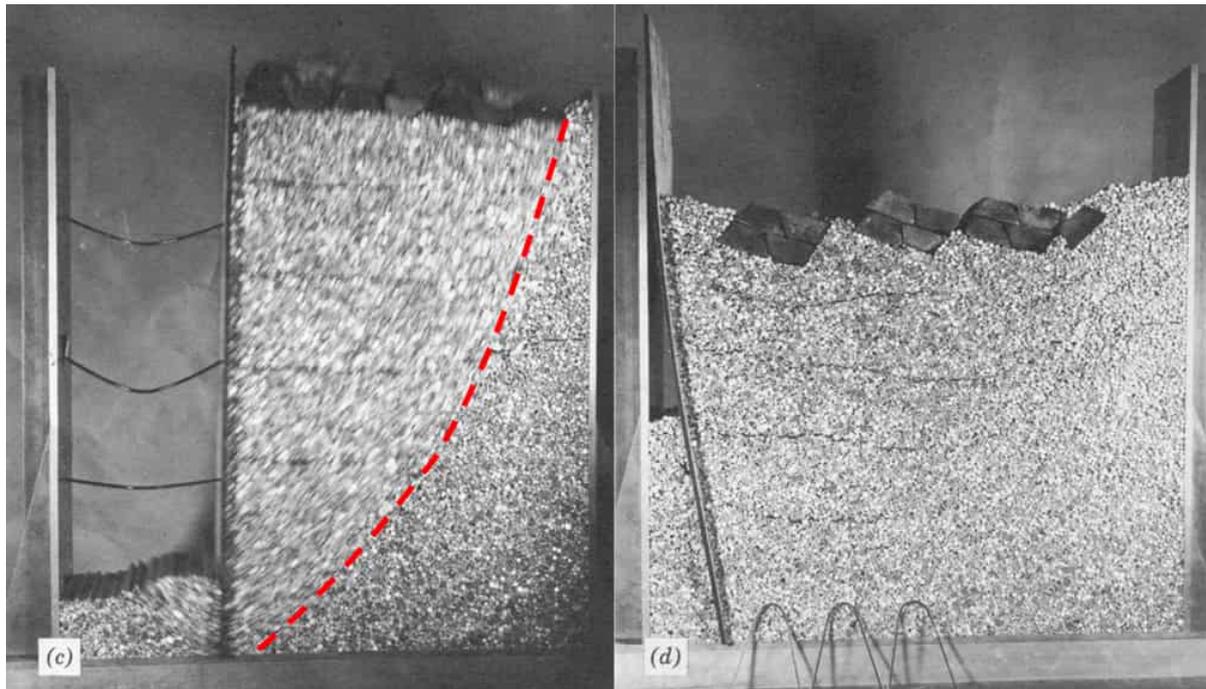
Isso pode ser constatado na Figura 57, que ilustra um ensaio em modelo reduzido em que, mediante o acréscimo de cargas (ditas sobrecargas) na superfície do solo, ocorre o colapso brusco de uma escavação escorada, tendo sido iniciada pelo fato de apenas uma das estroncas ter perdido a estabilidade por flambagem. Atente-se da Figura 57c que a superfície de deslizamento (escorregamento) do maciço terroso se assemelha muito com àquela indicada na Figura 54b.

Figura 57 – Ruína de um modelo de escavação com paredes estroçadas.



(a) Situação estável.

(b) Situação a ponto de falhar.



(c) Situação durante a falha.

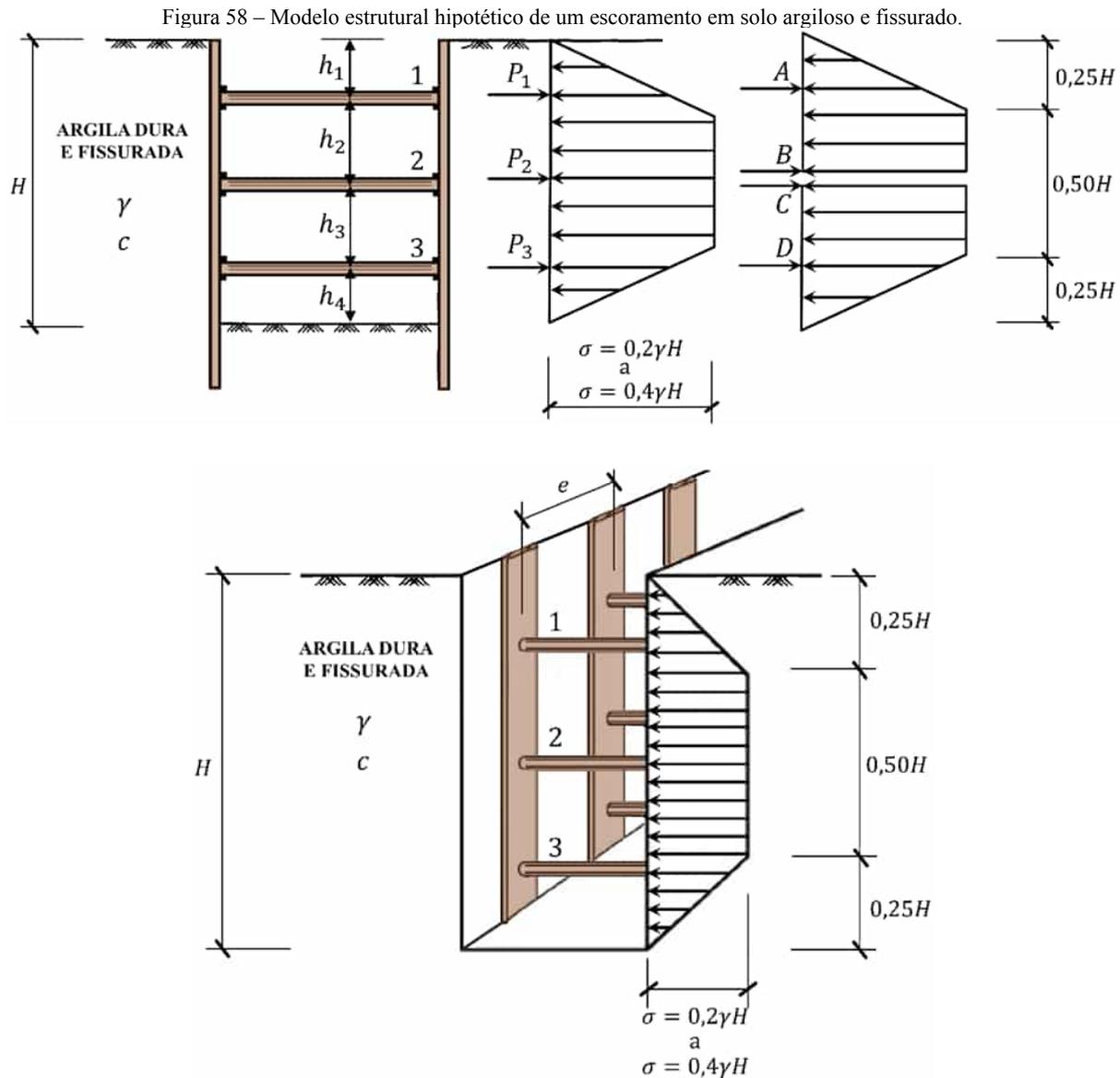
(d) Situação após a falha.

Fonte: adaptado de Lambe e Whitman (1979, p. 190).

Note-se que as escoras sob compressão são um sistema frágil que tende a colapsar progressivamente assim que a falha começa (Figura 57b). Portanto, o uso de uma envoltória abrangendo todos os diagramas de distribuição de pressões possíveis garante que cada escora será projetada para a maior carga que nela possa atuar. Ainda assim, é válido frisar que a soma total das cargas em todas as escoras será sem dúvida inferior às pressões máximas σ descritas na Figura 56.

A saber, segundo Terzaghi e Peck (1996), para uma dada pressão total sobre o sistema de escoramento, as cargas resistidas individualmente por cada escora podem ser muito diferentes, pois dependem de fatores acidentais, tais como, as variações locais do solo adjacente (estratificação do solo), o ritmo e a sequência com que a escavação prossegue, bem como o tempo que decorre entre a escavação e a inserção da estronca em um determinado ponto.

Pois bem, para o propósito de demonstrar de que maneira se dá a obtenção dos esforços axiais (de compressão) das escoras, imagine-se um escoramento hipotético composto por três escoras que contém as paredes de uma vala escavada em um solo argiloso e fissurado, cuja envoltória do diagrama de pressões está ilustrado na Figura 56b. Logo, o modelo estrutural a ser analisado consiste no seguinte:



Note-se da Figura 58 que, para encontrar os esforços axiais de compressão das Escoras 1, 2 e 3, quais sejam, P_1 , P_2 e P_3 , é necessário antes obter alguns parâmetros.

A começar pelo solo, note-se que, como dito no subitem I.2, faz-se imprescindível conhecer os parâmetros geotécnicos que, no caso hipotético em questão, correspondem minimamente ao peso específico (γ) e à coesão (c) da argila, os quais são determinados, invariavelmente, por meio de análises e interpretação dos resultados obtidos por investigações geotécnicas (sondagens).



Já do ponto de vista geométrico, é preciso conhecer a profundidade total da vala (H), bem como os espaçamentos verticais (h_1, h_2, h_3 e h_4) e longitudinais (e) entre as escoras.

De posse desses parâmetros, torna-se possível obter a pressão máxima exercida pelo solo (σ), bem como a envoltória de sua distribuição ao longo da profundidade da vala. Logo, por meio das equações de equilíbrio da Estática ($\Sigma F = 0$ e $\Sigma M = 0$), obtêm-se os valores de A, B, C e D .

Por fim, encontram-se as forças de compressão em cada escora da seguinte maneira:

$$P_1 = A \cdot e \quad (\text{I.4})$$

$$P_2 = (B + C) \cdot e \quad (\text{I.5})$$

$$P_3 = D \cdot e \quad (\text{I.6})$$

É bem verdade que o caso hipotético supracitado foi feito considerando um tipo específico de solo e um número determinado de escoras. Mas o raciocínio pode ser estendido para outras situações, que podem ser elucidadas mediante consulta à literatura especializada.

Só que a análise não para aí. É preciso ainda avaliar os esforços obtidos das Equações I.4 a I.6 do ponto de vista do material estrutural a ser empregado, que, se for a madeira, deverá ser dimensionada de acordo com as condicionantes impostas pela NBR 7190 da ABNT.

ANEXO II. TRECHOS DE REDE DE DRENAGEM OBJETO DO CONTRATO Nº 022 /2021 – SODF

II.1. Padronização e terminologia

Em se tratando de projetos de engenharia, é sabido que a regra é haver padronização. Segundo o art. 11, da Lei Federal nº 8.666, de 1993, as obras de engenharia destinadas aos mesmos fins devem ter projetos padronizados, exceto quando o projeto-padrão (projeto-tipo) não atender às condições peculiares do local ou às exigências específicas do empreendimento. Assim, projeto-tipo é um projeto de engenharia usado repetidas vezes em diversas obras, como elemento padronizado.

Um bom exemplo para compreender essa padronização são as chamadas obras de arte de engenharia, que são a designação tradicional[104] de estruturas, tais como pontes, viadutos, túneis, muros de arrimo e bueiros, necessários à implantação de uma via[105] (BRASIL, 1997).

As obras de arte de engenharia podem ser subdivididas em correntes e especiais. As obras de arte correntes – OAC são de pequeno porte e normalmente se repetem ao longo da estrada, motivo pelo qual geralmente obedecem a projetos-padrão (projetos-tipo), tais como bueiros, pontilhões e muros de arrimo. Já as obras de arte especiais – OAE são estruturas que, pelas suas proporções e características peculiares (travessias de acidentes geográficos ou viários), requerem projetos específicos, a exemplo das pontes, dos viadutos e dos túneis. (BRASIL, 1997 e PFEIL, 1983, p. 12)

Para o presente escopo, destacam-se os bueiros, que são OAC “*implantadas sob o terrapleno das estradas, de direção geralmente transversal a seu eixo, e destinadas à passagem das águas pluviais ou de águas perenes de pequenos cursos*” (PFEIL, 1983, p. 12), usualmente com as seções indicadas na Figura 59.

Figura 59 – Seções usuais de bueiros.



(a) Seção celular.

Fonte: www.ayresassociates.com

(b) Seção circular.

Fonte: www.123rf.com

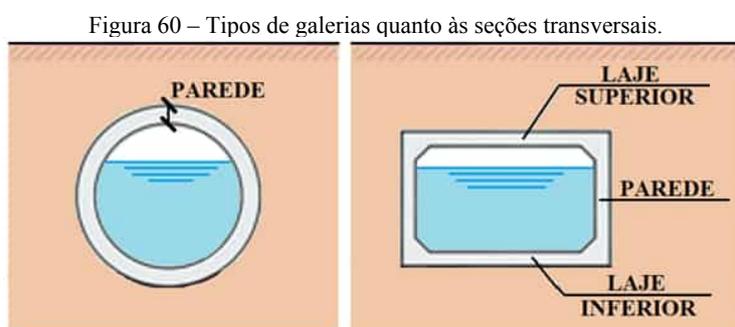
(c) Seção em arco.

Fonte: <https://mntransportationresearch.org>

Os bueiros são assim denominados quando examinados sob o enfoque das obras rodoviárias, pois, nesses casos, usualmente se destinam à condução das águas do talvegue[106] de

um lado da rodovia para outro. Entretanto, quando analisados sob a óptica das obras hidráulicas, é mais comum denominá-los genericamente de tubos, condutos ou dutos.

Acontece que, na maioria das aplicações da hidráulica na engenharia, o termo “tubo” é mais recorrente para designar um conduto de seção transversal circular. Por isso, em se tratando de drenagem urbana, a terminologia básica usual denomina “galeria” o conduto destinado a transportar água pluvial desde a captação até o local de despejo, podendo ter seção transversal circular, retangular, oval ou outra forma qualquer. Logo, é usual referir-se a “tubos” quando possuírem seção circular (Figura 60a) e “aduelas” quando apresentarem seção quadrada ou retangular (celular) (Figura 60b).



(a) Tubo (seção circular).

(b) Aduela (seção celular).

Fonte: adaptado de Chama Neto (2008).

As aduelas também são empregadas para a construção de galerias de serviços (compartilhamento de infraestrutura e ordenamento do subsolo), também chamadas de “galerias técnicas”, segundo a NBR 16584 da ABNT.

Portanto, independentemente do foco, seja rodoviário, seja hidráulico, do ponto de vista estrutural, os bueiros podem ser tubulares, recebendo a designação de “tubos”, ou celulares, sendo chamados de “aduelas”.

Quanto ao material constituinte, os tubos (bueiros tubulares) podem ser de concreto (simples ou armado – Figura 61a) ou metálicos (Figura 61b), enquanto que as aduelas (bueiros celulares) podem ser de concreto armado moldado no local (Figura 61c) ou pré-moldado (Figura 61d).

Figura 61 – Materiais constituintes dos tubos e das aduelas.



(a) Tubo de concreto.

Fonte: Chama Neto (2008)

(b) Tubo metálico.

Fonte: www.famaconsa.com

(c) Aduela de concreto armado moldada *in loco*.

Fonte: Google

(d) Aduela de concreto armado pré-moldada.

Fonte: www.foleyproducts.com

Já em função da quantidade de células, os bueiros podem ser classificados em simples, duplos ou triplos (Figura 62).

Figura 62 – Bueiros celulares (aduelas) de concreto segundo o número de células.



(a) Bueiro Simples Celular de Concreto – BSCC.

Fonte: www.castanheira.mt.gov.br

(b) Bueiro Duplo Celular de Concreto – BDCC.

Fonte: www.surgiu.com.br

(c) Bueiro Triplo Celular de Concreto – BTCC.

Fonte: www.aquafluxus.com.br

O foco da análise consistirá no caso das aduelas (bueiros celulares) de concreto armado pré-moldadas unicelulares, portanto, é válido deitar luzes às características em torno do



concreto estrutural, da metodologia construtiva da pré-moldagem, bem como das particularidades do projeto estrutural, em que serão vistos os padrões da ABNT e alguns detalhes do dimensionamento estrutural.

II.2. 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[107], baixa resistência à tração[108] e comportamento frágil (ruptura com pequenas deformações) (PINHEIRO, 2007).

O concreto endurecido, se for utilizado para fins estruturais, isto é, se for autoportante, passa a ser denominado de concreto estrutural[109], cujo termo também se refere ao espectro completo das aplicações do concreto como material estrutural[110]. 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, telas ou cordoalhas de aço, denominados de armadura, com a finalidade de absorver os esforços de tração, cisalhamento[111] 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[112]. 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[113]. Por fim, elementos de concreto protendido são aqueles nos quais parte das armaduras é previamente alongada (introdução de força prévia) por equipamentos especiais de protensão, com a finalidade de, em condições de serviço, impedir ou limitar a fissuração e os deslocamentos (deformações) da estrutura, bem como propiciar o melhor aproveitamento de aços de alta resistência no estado-limite último (ELU)[114].

Portanto, se forem empregadas armaduras passivas[115], o concreto estrutural recebe o nome de concreto armado, enquanto que, se forem dispostas armaduras ativas[116], concreto protendido.

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 (Figura 63), classificam-se como barras[117] 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 trefilação ou laminação a frio[118].

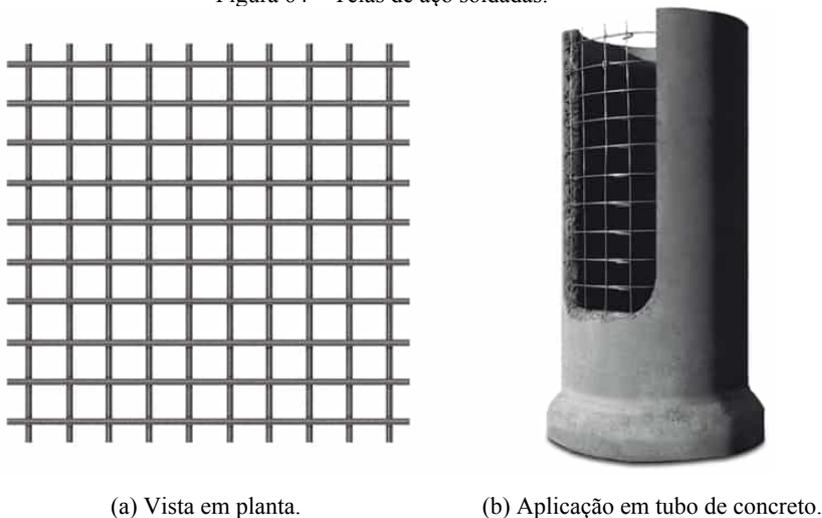
Figura 63 – Vergalhões.



Fonte: Gerdau.

Há também as telas de aço soldadas, que são armaduras pré-fabricadas, destinadas a armar o concreto, em forma de rede de malhas[119], constituída de fios de aço longitudinais e transversais laminados a frio ou trefilados, sobrepostos e soldados em todos os pontos de contato (nós), por resistência elétrica (caldeamento)[120] (Figura 64). Seu processo de fabricação garante a homogeneidade do produto. Além disso, elas podem ser padronizadas ou não padronizadas. Quando forem padronizadas, estarão de conformidade com a NBR 7481 da ABNT. De sua vez, serão não padronizadas se tiverem diâmetros, espaçamentos entre fios, dimensões ou quaisquer outras características diferentes das preconizadas na referida norma, caso em que o fornecimento dependerá de acordo prévio entre produtor e comprador.

Figura 64 – Telas de aço soldadas.



(a) Vista em planta.

(b) Aplicação em tubo de concreto.

Fonte: Gerdau.

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, $f_{yk} = 600 MPa$ [121].

Diante disso, é possível estabelecer o seguinte quadro de bitolas-padrão[122] para comércio:

Tabela 35 – Bitolas padronizadas pela NBR 7480 da ABNT.

Barras (CA-25 e CA-50)												
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. Metodologia construtiva: pré-moldagem

Outra particularidade diz respeito à metodologia executiva (construtiva) das estruturas de concreto, em especial a pré-moldagem.



A título de compreensão, salienta-se que “*a pré-moldagem é caracterizada como um processo de construção em que a obra, ou parte dela, é moldada fora de seu local de utilização definitivo*”, sendo frequentemente “*relacionada a outros dois termos: a pré-fabricação e a industrialização da construção*” (EL DEBS, 2000, p. 5). Portanto, do ponto de vista da terminologia técnica, “*a industrialização das construções, a pré-fabricação e a pré-moldagem são conceitos distintos, ainda que relacionados entre si*” (*Op. cit.*, p. 11).

Enquanto a industrialização da construção se estende a todas as suas partes e independe dos materiais empregados, a pré-fabricação e a pré-moldagem correspondem a estruturas, fechamentos ou elementos acessórios em concreto[123]. Ademais, apesar de se referirem a um mesmo material (concreto), há distinções fundamentais no tocante ao controle de produção para motivar a diferença de nomenclaturas entre os elementos pré-moldados e os elementos pré-fabricados.

Apesar de coincidirem no fato de terem suas confecções realizadas de modo antecipado, isto é, os elementos são moldados previamente (motivo pelo qual recebem o prefixo “pré”, de origem latina, o qual designa a ideia de anterioridade, antecipação), os elementos pré-fabricados são todos aqueles executados (“fabricados”) industrialmente, em instalações permanentes de empresa destinada para esse fim[124], sob condições rigorosas de controle de qualidade. Já os elementos pré-moldados são todos aqueles moldados previamente e fora do local de utilização definitiva na estrutura[125], possivelmente em instalações temporárias em canteiros de obra, com controle de execução menos rigoroso que o dos elementos pré-fabricados.

Enquanto os elementos pré-moldados dispensam a existência de laboratório e demais instalações congêneres próprias, ainda que devam ser atendidas as prescrições da NBR 14931 e da NBR 12655, ambas da ABNT[126], os elementos pré-fabricados devem atender a requisitos específicos, tais como[127]:

- Mão de obra treinada e especializada;
- Emprego de máquinas e equipamentos industriais que racionalizam e qualificam o processo;
- Utilização de materiais (aço, agregados miúdo e graúdo e cimento) previamente qualificados por ocasião da aquisição e posteriormente a partir da avaliação de seu desempenho com base em inspeções de recebimento e ensaios; e
- Processo de cura[128] com temperatura controlada.

Inobstante o rigor técnico das expressões, é comum utilizar a expressão pré-moldagem em sentido lato para designar tanto a pré-moldagem *stricto sensu* quanto a pré-fabricação.

O campo de aplicação do concreto pré-moldado é bastante amplo, pois abrange praticamente toda a Construção Civil: edificações, construções pesadas e diversas outras obras civis, como, *v. g.*, as construções utilizadas em infraestrutura urbana, tais como pontes de pequeno e médio porte, canais, muros de arrimo, aduelas (galerias celulares) e reservatórios de água (EL DEBS, 2000, p. 5).

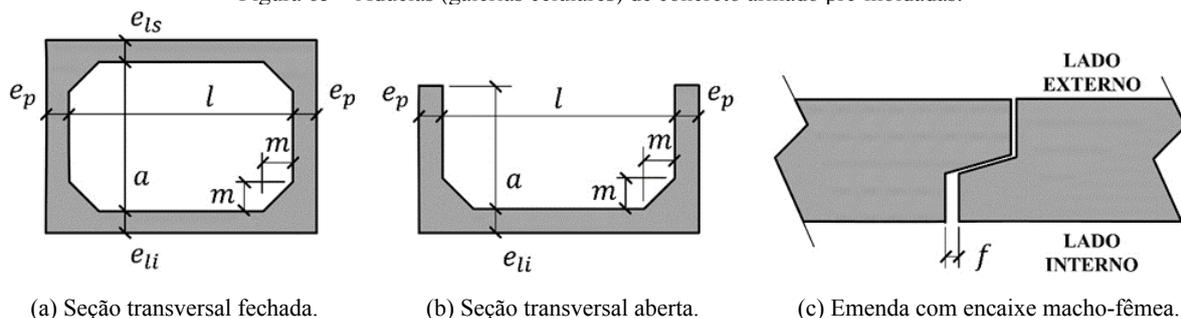
II.4. Particularidades do projeto estrutural

Compreendidas as características em torno do material concreto estrutural, notadamente o concreto armado, e da metodologia construtiva da pré-moldagem, resta conhecer algumas particularidades quanto o projeto estrutural das aduelas de concreto armado pré-moldadas.

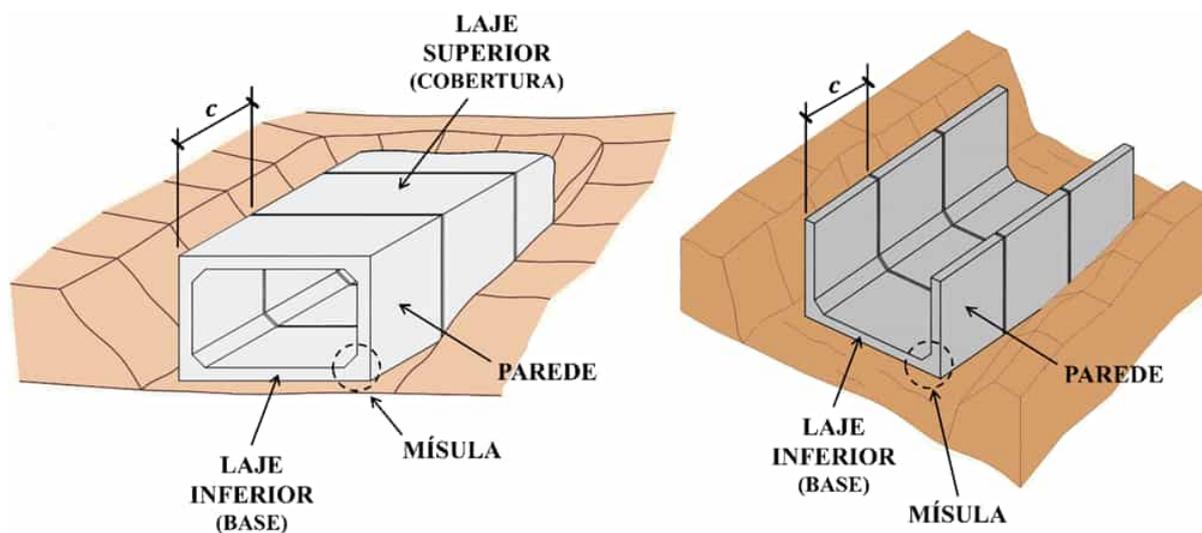
II.4.1. Padrões da ABNT

Segundo a NBR 15396 da ABNT, as aduelas de concreto armado pré-moldadas podem ser de seção retangular ou quadrada, fechada (Figura 65a) ou aberta (seção canal) (Figura 65b), com ou sem mísulas internas (Figura 65 d e e) e com sistema de encaixe tipo macho-fêmea (Figura 65c)[129].

Figura 65 – Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas.



Fonte: adaptado da NBR 15396:2018 da ABNT.



(d) Elementos das aduelas de seção fechada.

(e) Elementos das aduelas de seção aberta.

Fonte: adaptado de El Debs (2018).



(f) Execução de uma aduela de seção fechada.

(g) Execução de uma aduela de seção aberta (canal).

Fonte: ABTC (2021)

Fonte: fck.ind.br

As descrições das dimensões ilustradas na Figura 65 são:

a – altura (interna)

l – largura (interna)

c – comprimento útil

m – dimensões da mísula

e_{li} – espessura da laje inferior (base)

e_{ls} – espessura da laje superior (cobertura)

e_p – espessura da parede

f – folga de encaixe



Do ponto de vista das dimensões, a NBR 15396 da ABNT recomenda que as aduelas tenham altura (a) e largura (l) internas entre $1,00\text{ m} \times 1,00\text{ m}$ até $4,00\text{ m} \times 4,00\text{ m}$, com variações de $0,50\text{ m}$ em $0,50\text{ m}$, segundo disposto na Tabela 36. Com isso, ao permitir o emprego de fôrmas metálicas moduladas padronizadas, facilita-se a montagem e garante-se economicidade na fabricação das peças[130].

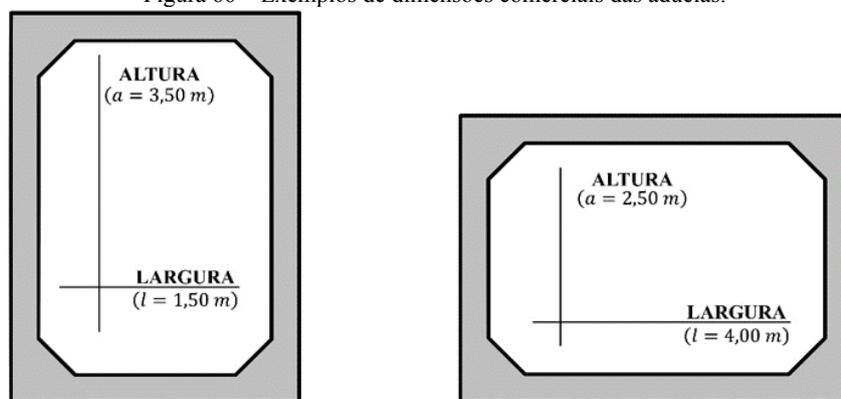
Tabela 36 – Dimensões das aduelas padronizadas pela NBR 15396:2018 da ABNT.

Largura (l)	Altura (a)	Largura (l)	Altura (a)
1,00	1,00	-	-
1,50	1,00	1,00	1,50
2,00	1,00	1,00	2,00
2,50	1,00	1,00	2,50
3,00	1,00	1,00	3,00
3,50	1,00	1,00	3,50
4,00	1,00	1,00	4,00
1,50	1,50	-	-
2,00	1,50	1,50	2,00
2,50	1,50	1,50	2,50
3,00	1,50	1,50	3,00
3,50	1,50	1,50	3,50
4,00	1,50	1,50	4,00
2,00	2,00	-	-
2,50	2,00	2,00	2,50
3,00	2,00	2,00	3,00
3,50	2,00	2,00	3,50
4,00	2,00	2,00	4,00
2,50	2,50	-	-
3,00	2,50	2,50	3,00
3,50	2,50	2,50	3,50
4,00	2,50	2,50	4,00
3,00	3,00	-	-
3,50	3,00	3,00	3,50
4,00	3,00	3,00	4,00
3,50	3,50	-	-
4,00	3,50	3,50	4,00
4,00	4,00	-	-

Entretanto, ainda de acordo com a norma, em caso de necessidade, as dimensões padronizadas da Tabela 36 **podem ser modificadas mediante acordo** entre o comprador e o fabricante, desde que respeitados os demais requisitos previstos nela, além é claro das condicionantes de projeto[131].

Comercialmente, é importante saber que as dimensões de referência dessas estruturas são descritas em relação à seção interna. Assim, tomando-se como exemplo uma aduela retangular de $1,50\text{ m} \times 3,50\text{ m}$, é sabido que ela possui largura interna (l) de $1,50\text{ m}$ e altura interna (a) de $3,50\text{ m}$ (Figura 66a). Já uma galeria retangular de $4,00\text{ m} \times 2,50\text{ m}$ possui largura interna (l) de $4,00\text{ m}$ e altura interna (a) de $2,50\text{ m}$ (Figura 66b).

Figura 66 – Exemplos de dimensões comerciais das aduelas.



(a) Aduela de seção $1,50\text{ m} \times 3,50\text{ m}$.

(b) Aduela de seção $4,00\text{ m} \times 2,50\text{ m}$.

Fonte: adaptado de ABTC (2021).

Além disso, ainda conforme a NBR 15396 da ABNT, a espessura mínima das paredes (e_p) deve ser de 15 cm e, caso se utilizem mísulas internas, suas dimensões (m) deverão ser de $15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ [132]. Já o comprimento útil mínimo das aduelas (c) deve ser de $1,00\text{ m}$ [133].

II.4.2. Dimensionamento estrutural

Preliminarmente, é preciso saber que, **em regra**, aplicam-se às estruturas de concreto pré-moldado os mesmos procedimentos de cálculo referentes às estruturas moldadas *in loco*[134], sendo que, no caso daquelas, além de serem dimensionadas estruturalmente com base na NBR 6118 da ABNT (Projeto de estruturas de concreto), também devem se conformar às prescrições da NBR 9062 da ABNT (Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado) [135].

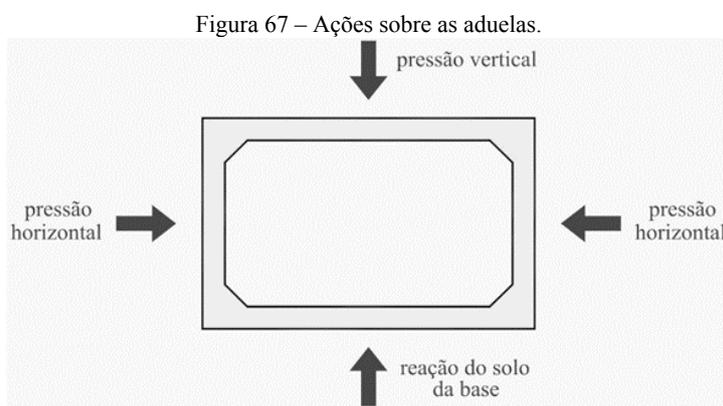
Contudo, ainda sob o aspecto da análise estrutural, pode ocorrer de o projeto das estruturas de concreto pré-moldado se diferenciar do projeto das estruturas de concreto moldado no local, basicamente, pelas seguintes razões (EL DEBS, 2000, p. 23):

- a. Necessidade de se considerar outras situações de cálculo além da situação definitiva da estrutura, envolvendo situações transitórias (desmoldagem, transporte, armazenamento e montagem), que podem apresentar solicitações mais desfavoráveis; e
- b. Necessidade de se considerar as particularidades das ligações estruturais[136] entre os elementos pré-moldados que formam a estrutura.

Com isso, conclui-se que, no projeto das estruturas de concreto pré-moldado, devem ser tomados cuidados a partir de melhor detalhamento dos desenhos e das especificações, visando reduzir as improvisações nas etapas envolvidas com a execução da obra, que naturalmente ocorrem e são assimiladas nas estruturas de concreto moldado no local, mas são incompatíveis com o uso da pré-moldagem, principalmente na pré-fabricação. Dessa forma, se diz que o projeto de estruturas de concreto pré-moldado é mais trabalhoso que o correspondente em estruturas de concreto moldado no local, à medida que deve ser preferencialmente elaborado por equipes multidisciplinares ou, então, por profissionais que tenham o conhecimento do processo de produção (EL DEBS, 2000, p. 27).

II.4.2.1. Ações (Cargas)

No caso específico das aduelas de concreto armado pré-moldadas, elas estão sujeitas a ações (pressões, cargas) verticais e horizontais, consoante disposto simplificadamente na Figura 67.



Fonte: El Debs (2018, p. 10).



Mais precisamente e como esclarecido anteriormente, essas ações são oriundas das seguintes situações:

Tabela 37 – Ações a considerar no dimensionamento de aduelas de concreto armado pré-moldadas.

Situações Definitivas	Situações Transitórias (Construtivas)
Peso próprio da aduela	Ações por sobrecargas de construção
Carga do solo de cobertura e do pavimento sobre a aduela (pressões verticais do solo)	Ações produzidas por equipamento de compactação durante a execução do aterro
Empuxo da água dentro da galeria	Outras ações produzidas durante o manuseio, o transporte e a montagem da aduela (nas quais só atua o peso próprio da aduela)
Cargas produzidas por sobrecargas de tráfego (pressões verticais de ações móveis)	
Esforços horizontais devido à sobrecarga (frenagem, aceleração, força centrífuga, entre outras)	
Empuxos horizontais produzidos pelo solo devido à sobrecarga na superfície (pressões horizontais da sobrecarga)	

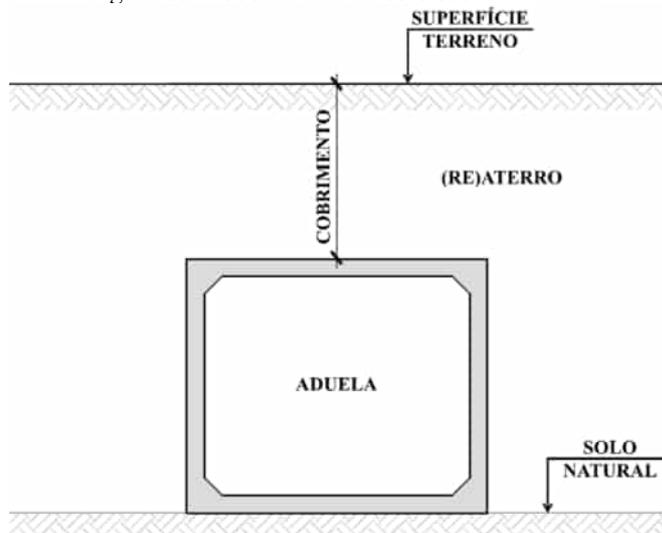
Fonte: Adaptado de El Debs (2018, p. 11).

Especificamente no tocante à situação definitiva, cabe destacar duas ações importantes, quais sejam:

1. A carga do solo de cobertura sobre a aduela (pressões verticais do solo); e
2. As cargas produzidas por sobrecargas de tráfego (pressões verticais de ações móveis[137]).

A primeira delas refere-se ao cobertura das aduelas (que não se confunde com o cobertura das armaduras[138]). Trata-se de uma ação permanente[139] decorrente da altura de solo de cobertura, que é a diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz superior externa da galeria[140], isto é, a altura do (re)aterro sobre a laje superior das aduelas (Figura 68).

Figura 68 – Cobrimento de solo sobre a aduela.



Imprescindível informar que, à medida que a altura de solo de cobertura for diminuindo, o seu comportamento passa ser próximo a de uma ponte[141] (Figura 69), de modo que o efeito da sobrecarga de tráfego se torna preponderante e as armaduras devem ser verificadas em relação ao estado-limite de fadiga, por exemplo (EL DEBS, 2018, p. 10). Em sendo o caso, o dimensionamento estrutural das aduelas, além de atender às disposições da NBR 6118, da NBR 9062 e da NBR 15396, deverá se conformar às prescrições NBR 7187 (Projeto de pontes, viadutos e passarelas de concreto).

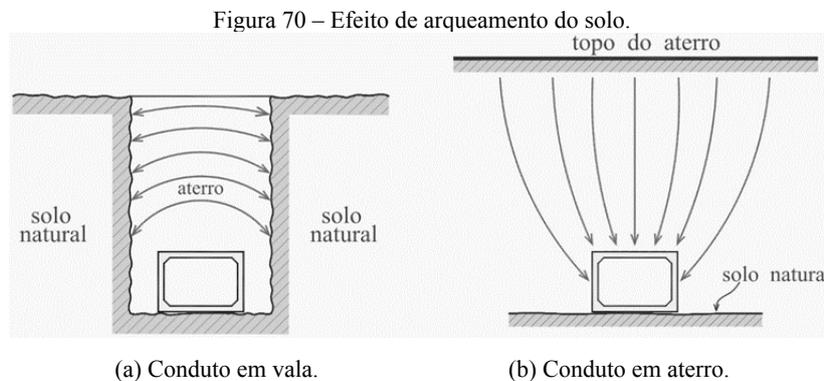
Figura 69 – Aduela com comportamento de ponte.



Fonte: Pessoa Júnior (2014, p. 326).

Por outro lado, à medida que a altura de solo sobre a galeria for aumentando, o efeito da sobrecarga de tráfego vai diminuindo, mas pode aparecer efeito significativo de arqueamento do solo (usualmente considerado no projeto de tubos circulares). Dependendo da forma como o conduto for instalado, pode haver um decréscimo do peso do solo sobre o conduto, no caso de condutos em vala (Figura 70a), ou um acréscimo do peso do solo sobre o

conduto, no caso de condutos em aterro (Figura 70b). O arqueamento do solo começa a ser significativo quando o cobrimento de solo for maior que a sua largura externa ($largura\ interna + 2 \times espessura\ da\ parede$) (EL DEBS, 2018, p. 10).



Fonte: El Debs (2018, p. 10).

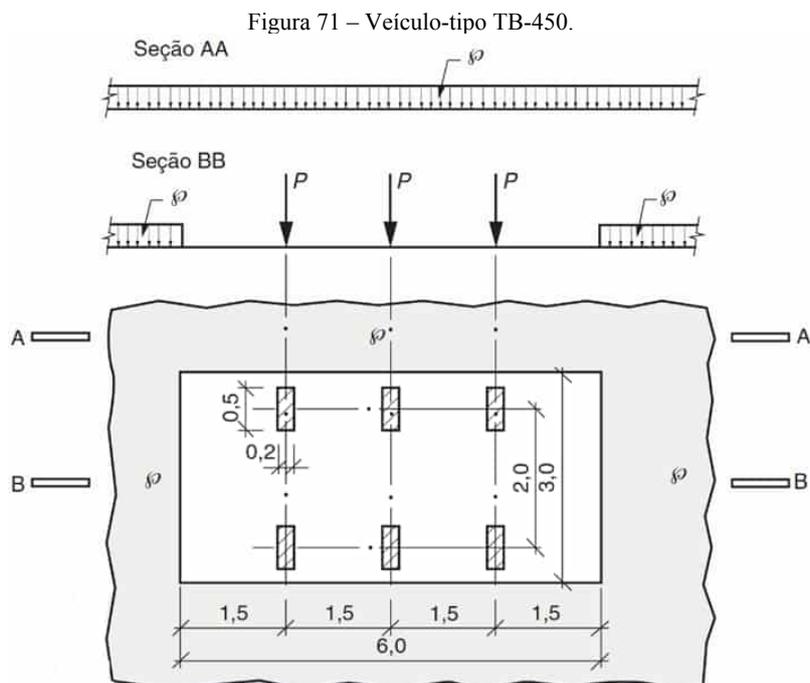
A segunda ação destacada diz respeito às ações móveis, também denominadas de cargas móveis, carregamentos-padrão (LEET, UANG e GILBERT, 2010), trens-tipo – por influência das pontes ferroviárias (SÜSSEKIND, 1981) –, veículos-tipo (MARTHA, 2010) ou apenas sobrecargas rodoviárias (EL DEBS, 2018).

Essas ações são consideradas uma espécie de carga acidental por serem ações variáveis que atuam nas construções em função de seu uso, tais como pessoas, mobiliário, veículos e materiais diversos[142]. Na situação envolvendo o tráfego de veículos, embora essas cargas tenham valores conhecidos, as posições que ocupam na estrutura variam à medida que os veículos-tipo por elas representados a percorram.

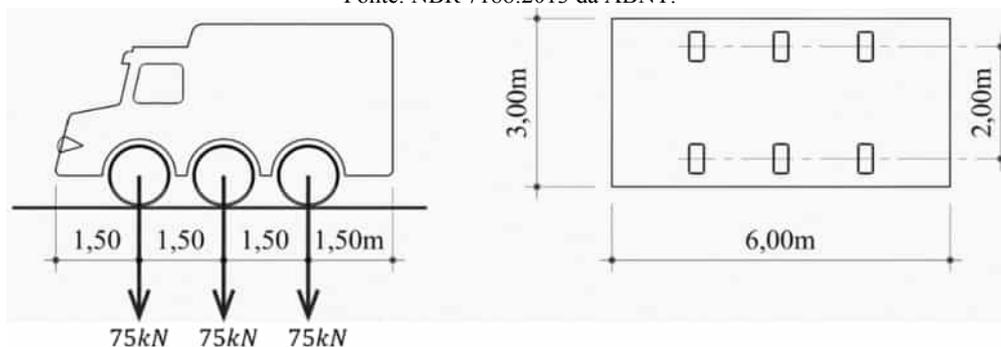
Como forma de contornar a infinidade de posições que podem assumir sobre as estruturas, tais cargas foram padronizadas pelas normas de projeto de cada país e variam dependendo da natureza e da forma de utilização da estrutura. Independentemente do país, todas as cargas móveis têm algo em comum: são constituídas por cargas (concentradas e uniformemente distribuídas), de valores e distâncias conhecidos e constantes entre si, de modo que, sabendo-se a posição de uma das cargas do trem-tipo, todas as demais passam a ser conhecidas (SÜSSEKIND, 1981, p. 299).

Para as sobrecargas oriundas do tráfego rodoviário, podem ser adotadas as mesmas cargas empregadas nos projetos das pontes (EL DEBS, 2018, p. 20), sendo que, no Brasil, esse assunto está normatizado na NBR 7188 da ABNT, que trata acerca da carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas, a qual define dois trens-tipo rodoviários: TB-450 e TB-240.

A carga móvel rodoviária padrão TB-450 é definida por um veículo-tipo de peso total de 450 kN , com seis rodas, $P = 75\text{ kN}$, três eixos de carga afastados entre si em $1,5\text{ m}$, com área de ocupação de $18,0\text{ m}^2$, circundada por uma carga uniformemente distribuída constante $p = 5\text{ kN/m}^2$, conforme ilustrado na Figura 71.



Fonte: NBR 7188:2013 da ABNT.



Fonte: adaptado de El Debs (2018, p. 21).

Por sua vez, em obras públicas localizadas em estradas vicinais municipais de uma faixa e em obras particulares, a critério da autoridade competente, a carga móvel rodoviária poderá ser igual ao veículo-tipo TB-240, que é definido por um veículo tipo de peso total de 240 kN , também com seis rodas, $P = 40\text{ kN}$, com três eixos de carga afastados entre si em $1,5\text{ m}$, com área de ocupação de $18,0\text{ m}^2$, circundada por uma carga uniformemente distribuída constante $p = 4,0\text{ kN/m}^2$.

Segundo a NBR 7188 da ABNT, a carga móvel pode assumir qualquer posição em toda a pista rodoviária, inclusive acostamento e faixas de segurança. Inobstante, ela deve ser considerada na posição mais desfavorável, isto é, nos locais que maximizam os esforços solicitantes em uma seção específica da estrutura. Para esse fim, devem ser utilizadas as linhas de influência (LEET, UANG e GILBERT, 2010).

No caso das galerias, considera-se o caso mais comum quando o veículo-tipo trafega perpendicularmente à direção do eixo da linha das galerias (EL DEBS, 2018, p. 21). Todavia, todas as hipóteses de carregamento devem ser levadas em conta durante a análise estrutural.

II.4.2.2. Características do concreto e da armadura

Quando se fala em estruturas de concreto, o processo de elaboração do projeto estrutural consiste basicamente em definir o tipo e a resistência característica à compressão do concreto (f_{ck}), bem como a armadura necessária para atender aos estados-limites da estrutura, sendo que, ao final, é preciso empregar um arranjo apropriado dessa armadura, o qual será descrito por meio de pranchas de desenho (detalhamento).

A começar pelo concreto, o f_{ck} definido pelo projetista deve ser consequência de condicionantes da análise estrutural, como também de outros fatores relevantes, tais como a durabilidade da estrutura, a velocidade de construção e o custo (BATLOUNI NETO, 2005, p. 213 /214).

No caso particular das aduelas de concreto armado pré-moldadas, durante a preparação do concreto a ser utilizado na confecção das aduelas, deve ser considerada a classe de agressividade de exposição das peças, conforme classificação definida pelo item 6.4, da NBR 6118:2014 da ABNT, e deve ser atendido o prescrito no item 5.2.1, da NBR 15396:2018 da ABNT. Consoante esta norma, na etapa de produção das aduelas, deve ser usado concreto com **classe de resistência característica à compressão mínima C25 (f_{ck} maior ou igual a 25 MPa)** [143].

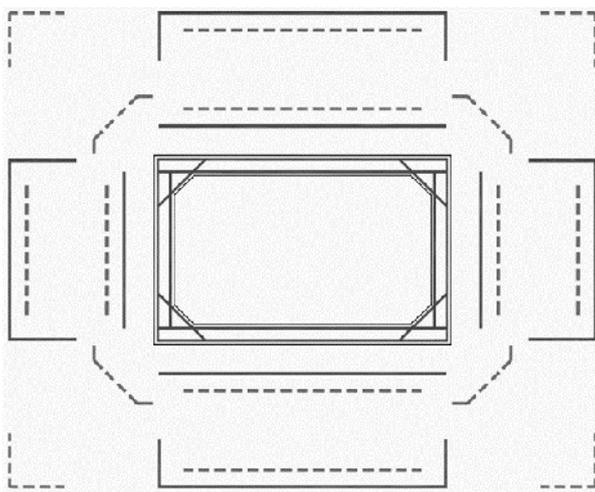
Por sua vez, as armaduras da aduela devem ser posicionadas de forma a garantir o atendimento aos **cobrimentos interno e externo mínimos de 30 mm**[144]. Além disso, deve ser observado o prescrito no item 5.2.2, da NBR 15396:2018, bem como na NBR 7480 (no caso das barras ou dos fios) ou NBR 7481 (para as telas soldadas), todas da ABNT.

Em se tratando de aduelas pré-moldadas, comumente, a armadura “*é constituída de telas soldadas e, se necessário, barras de aço*” (EL DEBS, 2018, p. 40, grifo nosso). Isso se justifica, entre outros, pelos seguintes motivos (EL DEBS, 2018, p. 38):

- Redução do tempo da mão de obra com corte, dobra, posicionamento e amarração da armadura, em relação ao processo convencional;
- Melhores condições de posicionamento e de manutenção da armação durante o processo de moldagem;
- Redução do consumo de aço (da ordem de 20%), devido à diferença da resistência de escoamento do aço da tela soldada (normalmente CA-60 com $f_{yk} = 600 \text{ MPa}$) e com o aço da armadura CA-50 ($f_{yk} = 500 \text{ MPa}$), habitualmente empregado nos outros casos;
- Boas condições de aderência devido à armadura transversal soldada, tanto com fios lisos como com fios corrugados, o que possibilita melhor atendimento ao estado-limite de fissuração inaceitável[145]; e
- Melhor acabamento devido aos diâmetros relativamente finos dos fios empregados, de forma que as aduelas armadas com telas soldadas proporcionam paredes mais lisas (melhor acabamento).

Com isso, o arranjo usual das armaduras pode ser esquematizado da seguinte maneira:

Figura 72 – Arranjo das armaduras de aduelas de concreto armado pré-moldadas.



Fonte: El Debs (2018, p. 41).



Na Figura 72, as linhas “cheias” correspondem às telas soldadas de aço CA-60, enquanto as linhas “tracejadas” representam as barras de aço CA-50.

As telas soldadas dispostas na face interna são retas e as telas soldadas dispostas na face externa são em forma de “U”, transpassando nos cantos e se estendo até 1/4 do vão das lajes (de cobertura, de fundo ou das paredes laterais). Já as barras, quando necessárias, são posicionadas de forma reta, na face interna ou externa, no meio dos vãos das lajes (de cobertura, de fundo ou das paredes laterais), ou na forma de “L” no lado externo dos cantos. O arranjo da armadura pode incluir ainda barras nas faces internas dos cantos (chanfros, mísulas), cuja finalidade seria atender basicamente às situações de manuseio dos elementos pré-moldados (EL DEBS, 2018, p. 40).

II.4.2.3. Desenhos de execução

Por fim, a NBR 9062 da ABNT preceitua que os desenhos de execução (pranchas de desenho, plantas) devem apresentar, de forma clara e precisa, as dimensões e a posição dos elementos pré-moldados, assim como das armaduras, insertos[146], furos, saliências e aberturas projetadas. Eles também devem ser elaborados com vistas não somente à produção e montagem da estrutura, como também à facilidade do controle de execução durante o processo de produção e do elemento acabado[147]. Por isso, entre outros fatores, os desenhos devem incluir[148]:

- a. o tipo de concreto e o *fck* de projeto;
- b. os tipos de aços com suas dimensões, bitolas, quantidades, formas, detalhes de soldas e de emendas;
- c. o cobrimento da armadura e dos insertos em todas as faces;
- d. a armadura adicional a ser colocada na obra, quando for o caso, identificada de forma independente;
- e. o volume e o peso de cada elemento pré-moldado;
- f. os detalhes das ligações a serem executadas na obra durante ou após a montagem, incluindo as características dos materiais constituintes;
- g. as tolerâncias dimensionais dos elementos pré-moldados;
- h. tratamentos superficiais adicionais para atender às classes de maior agressividade do ambiente;
- i. sempre que for imprescindível para atendimento das condições técnicas de projeto, devem ser especificados todos os cuidados necessários durante o

- transporte, montagem e eventual solidarização, de maneira a garantir a segurança da estrutura;
- j. detalhamento do sistema de içamento adotado. Caso se opte por alças, seu tipo, posição e ancoragem; e
- k. projeto de ligação estrutural, contendo a fixação de vergalhões no concreto.

A título de exemplificação do detalhamento desses elementos, verificou-se no “*MANUAL DE CUSTOS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES*” do DNIT, “*VOLUME 10 – MANUAIS TÉCNICOS*”, “*CONTEÚDO 05 – DRENAGEM E OBRAS DE ARTE CORRENTES*”, de 2017, que “*As aduelas pré-moldadas de concreto devem ser executadas de acordo com as especificações e os detalhes técnicos constantes do **Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT***” (p. 49, grifo nosso), referente à Publicação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPT nº 736, que já se encontra em sua 5ª edição, de 2018.

E, de acordo com esse Álbum de Projetos-Tipo, o detalhamento da aduela de concreto armado pré-moldada de 1,50 m x 1,50 m com um recobrimento de solo do Tipo I é o seguinte:

Figura 73 – Armaduras da galeria celular de concreto armado pré-moldada com seção 1,50 m x 1,50 m e aterro Tipo I.

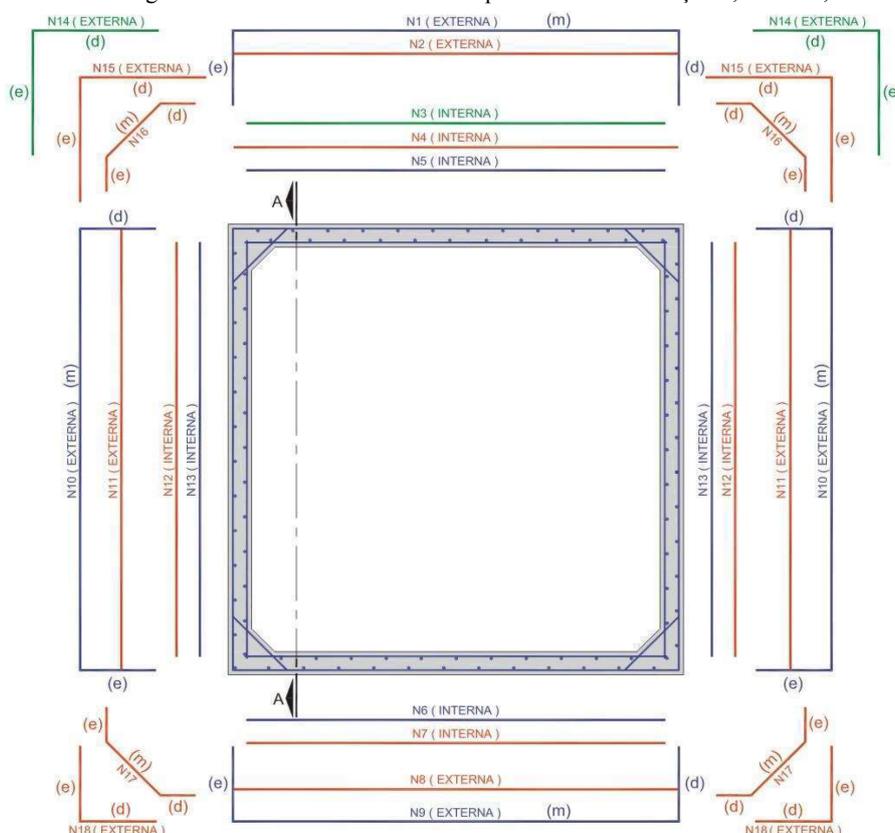


Tabela de ferros e telas:

ADUELA 1,50 X 1,50 - TIPO I							
LISTA DE FERROS PARA 1 ADUELA							
AÇO CA-50							
POSICÃO	DIÂMETRO (mm)	QUANTIDADE	COMPRIMENTO (m)		PESO		AÇO
			UNITÁRIO	TOTAL	UNIT. (Kg/m)	TOTAL (Kg)	
N2	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N3	6,3	8	1,59	12,72	0,245	3,116	CA-50
N4	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N7	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N8	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N11	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N12	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N14	6,3	6	1,21	7,26	0,245	1,779	CA-50
N15	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N16	6,3	6	1,22	7,32	0,245	1,793	CA-50
N17	6,3	6	0,97	5,82	0,245	1,426	CA-50
N18	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
N19*	0,0	0	0,00	0,00	0,000	0,000	CA-50
TOTAL DE AÇO CA-50						8,114	

* Armadura transversal

LISTA DE TELAS SOLDADAS PARA 1 ADUELA							
AÇO CA-60							
POSICÃO	TIPO	QUANTIDADE	DIMENSÕES (m)		ÁREA (m ²)	PESO	
			COMPRIMEN.	LARGURA		UNIT. (Kg/M ²)	TOTAL (Kg)
N1	L283	1	2,92	0,92	2,69	3,00	8,059
N5	L283	1	1,59	0,92	1,46	3,00	4,388
N6	L283	1	1,59	0,92	1,46	3,00	4,388
N9	L283	1	2,92	0,92	2,69	3,00	8,059
N10	L283	2	2,92	0,92	5,37	3,00	16,118
N13	L283	2	1,59	0,92	2,93	3,00	8,777
TOTAL DE AÇO CA-60						49,790	

TOTAL DE AÇO PARA 1 ADUELA

57,905

Fonte: adaptado do Álbum de Projetos-Tipo de Dispositivos de Drenagem do DNIT (2018).

Perceba-se que se trata de um projeto-padrão cujo elemento está armado tanto com vergalhões quanto com telas soldadas. Além disso, enfatiza-se que foi considerada a carga móvel TB-450, pois de acordo com o documento “*Mesmo nos casos em que não estiver previsto trânsito sobre as aduelas, é conveniente que o dimensionamento seja feito considerando-se o TB-45, o que deve garantir uma nova situação de utilização no futuro, caso necessário*” (p. 125).

Para maiores informações sobre os fundamentos para o projeto estrutural de aduelas (galerias celulares), recomenda-se a leitura do documento “*Projeto estrutural de galerias e canais com aduelas de concreto pré-moldado*”, de autoria do Engenheiro Civil Mounir Khalil El Debs, uma das maiores autoridades em nosso país acerca das estruturas de concreto pré-moldadas, elaborado em parceria com a Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto – ABTC, direcionado à utilização do *Software* de Dimensionamento Estrutural de Aduelas, de uso exclusivo para associados fabricantes da ABTC.

**ANEXO III. TRECHOS DE REDE DE DRENAGEM OBJETO DO CONTRATO Nº 022 /2021 – SODF**

A partir das pranchas de desenho do “*PROJETO DE DRENAGEM*” (p. 44/66) e das “*PLANILHAS DE CÁLCULO*” (p. 16/28), ambas do Relatório de Drenagem (SEI nº 45376247) é possível obter a “*REDE DE DRENAGEM PROJETADA A EXECUTAR*” no bojo do Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839):

Tabela 38 – Trechos de rede objeto do Contrato nº 022/2021 – SODF (SEI nº 71162839).

Descrição dos PVs				Extensão entre PVs (m)	Dimensão da Galeria (mm)	Tipo de Galeria	Profundidade dos PVs (m)		Espessura da Parede (m) (1)	Cobrimento Máximo (m) (2)	Tipificação do Aterro (3)
PVm	Rede	PVj	Rede				PVm	PVj			
42	1	43	1	60	3200	tunnel liner	8,52	5,66	-	-	-
43	1	44	1	60	3000 x 3000	aduela	6,66	5,37	0,2	3,46	Tipo III
44	1	45	1	40	3000 x 3000	aduela	6,47	5,14	0,2	3,27	Tipo III
45	1	46	1	30	3200	tunnel liner	6,64	5,62	-	-	-
46	1	47	1	30	3000 x 3000	aduela	6,62	6,05	0,2	3,42	Tipo III
47	1	48	1	60	3000 x 3000	aduela	7,05	9,04	0,2	5,84	Tipo IV
48	1	49	1	60	3000 x 3000	aduela	10,04	9,28	0,2	6,84	Tipo IV
49	1	50	1	60	3000 x 3000	aduela	10,28	7,61	0,2	7,08	Tipo IV
50	1	51	1	60	3000 x 3000	aduela	8,61	4,9	0,2	5,41	Tipo IV
51	1	52	1	60	3000 x 3000	aduela	5,9	5,24	0,2	2,7	Tipo III
52	1	53	1	60	3000 x 3000	aduela	6,24	6,09	0,2	3,04	Tipo III
53	1	54	1	20	3000 x 3000	aduela	6,09	6,21	0,2	3,01	Tipo III
54	1	55	1	100	3200	tunnel liner	6,61	5,79	-	-	-
55	1	56	1	60	3000 x 3000	aduela	6,79	6,96	0,2	3,76	Tipo III
56	1	57	1	60	3000 x 3000	aduela	7,96	7,54	0,2	4,76	Tipo III
57	1	58	1	60	3000 x 3000	aduela	8,54	7,73	0,2	5,34	Tipo IV
58	1	59	1	60	3000 x 3000	aduela	8,73	7,42	0,2	5,53	Tipo IV
59	1	60	1	60	3000 x 3000	aduela	8,42	6,95	0,2	5,22	Tipo IV
60	1	61	1	60	3000 x 3000	aduela	7,95	6,46	0,2	4,75	Tipo III
61	1	62	1	60	3000 x 3000	aduela	7,46	6,24	0,2	4,26	Tipo III
62	1	63	1	60	3000 x 3000	aduela	7,24	6,08	0,2	4,04	Tipo III
63	1	64	1	60	3000 x 3000	aduela	7,08	5,57	0,2	3,88	Tipo III
64	1	65	1	42,69	3000 x 3000	aduela	7,07	4,96	0,2	3,87	Tipo III
65	1	66	1	83,95	3200	tunnel liner	6,46	5,91	-	-	-
66	1	67	1	32,76	3000 x 3000	aduela	6,91	6,23	0,2	3,71	Tipo III
67	1	68	1	60	3000 x 3000	aduela	6,23	5,93	0,2	3,03	Tipo III



Descrição dos PVs				Extensão entre PVs (m)	Dimensão da Galeria (mm)	Tipo de Galeria	Profundidade dos PVs (m)		Espessura da Parede (m) (1)	Cobrimento Máximo (m) (2)	Tipificação do Aterro (3)
PVm	Rede	PVj	Rede				PVm	PVj			
68	1	Bacia		60	3000 x 3000	aduela	5,93	5,8	0,2	2,73	Tipo III
13	6	14	6	68,24	1200	tubo	2,9	4,03	0,12	2,71	-
14	6	15	6	47,37	1500	tubo	5,53	5,38	0,15	3,88	-
15	6	16	6	60	1500	tubo	6,88	6,48	0,15	5,23	-
16	6	17	6	59,94	1500	tubo	6,48	7,66	0,15	6,01	-
17	6	18	6	60,06	1500	tubo	7,66	8,48	0,15	6,83	-
18	6	19	6	60,01	1500	tubo	8,48	7,5	0,15	6,83	-
19	6	20	6	60	1500	tubo	7,5	7,48	0,15	5,85	-
20	6	21	6	60	1500	tubo	7,48	7,17	0,15	5,83	-
21	6	22	6	60	1500	tubo	7,17	6,68	0,15	5,52	-
22	6	23	6	66,26	1500	tubo	6,68	5,97	0,15	5,03	-
23	6	24	6	60,11	1500	tubo	5,97	6,17	0,15	4,52	-
24	6	25	6	53,37	1650 x 1650	aduela	6,32	6,17	0,2	4,47	Tipo III
25	6	26	6	53,37	1650 x 1650	aduela	6,17	6,28	0,2	4,43	Tipo III
26	6	27	6	43,24	1650 x 1650	aduela	6,28	5,85	0,2	4,43	Tipo III
27	6	28	6	57,59	1650 x 1650	aduela	5,85	5,28	0,2	4	Tipo III
28	6	29	6	60	1650 x 1650	aduela	5,28	5,46	0,2	3,61	Tipo III
29	6	30	6	71,63	1650 x 1650	aduela	5,46	5,82	0,2	3,97	Tipo III
30	6	31	6	32,77	1650 x 1650	aduela	5,82	5,98	0,2	4,13	Tipo III
31	6	32	6	67,23	1650 x 1650	aduela	5,98	6,67	0,2	4,82	Tipo III
32	6	33	6	53,1	1650 x 1650	aduela	6,67	7,04	0,2	5,19	Tipo IV
33	6	34	6	60,27	1800 x 1800	aduela	7,19	5,61	0,2	5,19	Tipo IV
34	6	35	6	60	1800 x 1800	aduela	6,61	5,46	0,2	4,61	Tipo III
35	6	36	6	60	1800 x 1800	aduela	6,46	5,28	0,2	4,46	Tipo III
36	6	37	6	60	1800 x 1800	aduela	6,28	4,79	0,2	4,28	Tipo III
37	6	38	6	60	1800 x 1800	aduela	5,79	4,3	0,2	3,79	Tipo III
38	6	39	6	60	1800 x 1800	aduela	5,3	3,99	0,2	3,3	Tipo III
39	6	40	6	60	1800 x 1800	aduela	4,99	3,5	0,2	2,99	Tipo III
40	6	41	6	60	1800 x 1800	aduela	4,5	3,11	0,2	2,5	Tipo II
41	6	42	6	59,92	1800 x 1800	aduela	4,11	2,95	0,2	2,11	Tipo II
42	6	43	6	44,98	1800 x 1800	aduela	4,45	4,13	0,2	2,45	Tipo II
43	6	44	6	60	1800 x 1800	aduela	5,63	4,94	0,2	3,63	Tipo III
44	6	45	6	58,58	1800 x 1800	aduela	6,44	3,05	0,2	4,44	Tipo III
45	6	46	6	60	2200 x 2200	aduela	3,05	3,05	0,2	0,65	Tipo I
46	6	47	6	60	2200 x 2200	aduela	3,25	3,99	0,2	1,59	Tipo II
47	6	48	6	60	2200 x 2200	aduela	3,99	4,26	0,2	1,86	Tipo II
48	6	49	6	36	2400 x 2400	aduela	4,26	4,67	0,2	2,07	Tipo II
49	6	50	6	19,34	2400 x 2400	aduela	4,67	4,29	0,2	2,07	Tipo II



Descrição dos PVs				Extensão entre PVs (m)	Dimensão da Galeria (mm)	Tipo de Galeria	Profundidade dos PVs (m)		Espessura da Parede (m) (1)	Cobrimento Máximo (m) (2)	Tipificação do Aterro (3)
PVm	Rede	PVj	Rede				PVm	PVj			
50	6	51	6	20	2400 x 2400	aduela	4,29	2,63	0,2	1,69	Tipo II
51	6	42	1	19,65	2400 x 2400	aduela	2,63	2,77	0,2	0,17	Tipo I
1	15	13	6	32,54	600	tubo	1,8	2,85	0,06	2,19	-
1	16	14	6	66,55	600	tubo	1,8	2,09	0,06	1,43	-
1	17	28	6	25,69	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	18	29	6	25,69	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	19	30	6	37,69	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	28	2	28	25,83	600	tubo	3,8	3,05	0,06	3,14	-
2	28	3	28	20,38	600	tubo	3,35	3,14	0,06	2,69	-
3	28	4	28	23,18	800	tubo	3,14	2,82	0,08	2,26	-
4	28	5	28	46,66	800	tubo	2,82	2,74	0,08	1,94	-
5	28	6	28	61,9	1000	tubo	2,74	2,74	0,1	1,64	-
6	28	7	28	41,15	1000	tubo	2,74	2,74	0,1	1,64	-
7	28	8	28	36,26	1200	tubo	2,74	2,74	0,12	1,42	-
8	28	9	28	45,67	1200	tubo	2,74	2,74	0,12	1,42	-
9	28	10	28	42,02	1200	tubo	3,74	3,21	0,12	2,42	-
10	28	11	28	41,32	1200	tubo	3,71	2,95	0,12	2,39	-
11	28	12	28	41,61	1500	tubo	3,95	2,54	0,15	2,3	-
12	28	13	28	29,52	1500	tubo	4,04	3,53	0,15	2,39	-
13	28	14	28	28	1800 x 1800	aduela	5,03	4,62	0,2	3,03	Tipo III
14	28	15	28	65,08	1800 x 1800	aduela	4,62	4,03	0,2	2,62	Tipo III
15	28	45	6	65,34	1800 x 1800	aduela	4,03	2,85	0,2	2,03	Tipo II
1	29	5	38	32,4	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	30	2	30	70,2	600	tubo	1,5	2,05	0,06	1,39	-
2	30	3	30	74,5	800	tubo	2,25	2,68	0,08	1,8	-
3	30	15	6	76,12	1200	tubo	3,08	6,69	0,12	5,37	-
1	31	15	6	33,04	600	tubo	1,5	2,37	0,06	1,71	-
1	32	16	6	26,33	600	tubo	1,5	1,63	0,06	0,97	-
1	33	2	33	42,19	600	tubo	1,5	1,71	0,06	1,05	-
2	33	17	6	26,7	600	tubo	1,71	1,84	0,06	1,18	-
1	34	18	6	28,15	600	tubo	1,5	1,64	0,06	0,98	-
1	35	19	6	27,76	600	tubo	1,5	1,64	0,06	0,98	-
1	36	20	6	27,61	600	tubo	1,5	1,64	0,06	0,98	-
1	37	2	37	60	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
2	37	3	37	60	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
3	37	4	37	43,39	600	tubo	1,8	2,02	0,06	1,36	-
4	37	21	6	27,2	600	tubo	2,02	4,33	0,06	3,67	-
1	38	2	38	51,1	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-



Descrição dos PVs				Extensão entre PVs (m)	Dimensão da Galeria (mm)	Tipo de Galeria	Profundidade dos PVs (m)		Espessura da Parede (m) (1)	Cobrimento Máximo (m) (2)	Tipificação do Aterro (3)
PVm	Rede	PVj	Rede				PVm	PVj			
2	38	3	38	45,7	800	tubo	2	2	0,08	1,12	-
3	38	4	38	41	800	tubo	2	2	0,08	1,12	-
4	38	5	38	80	1000	tubo	2,2	2,2	0,1	1,1	-
5	38	6	38	80	1000	tubo	2,2	2,2	0,1	1,1	-
6	38	7	38	80	1000	tubo	2,2	1,99	0,1	1,1	-
7	38	8	38	53,34	1000	tubo	1,99	3,36	0,1	2,26	-
8	38	9	38	40,1	1000	tubo	3,36	7,07	0,1	5,97	-
18	38	19	38	64,75	1200	tubo	2,24	2,24	0,12	0,92	-
19	38	20	38	35,64	1200	tubo	2,24	2,24	0,12	0,92	-
20	38	21	38	60	1500	tubo	2,54	2,83	0,15	1,18	-
21	38	22	38	60	1500	tubo	2,83	2,63	0,15	1,18	-
22	38	23	38	60	1500	tubo	2,63	2,96	0,15	1,31	-
23	38	24	38	60	1500	tubo	2,96	3,74	0,15	2,09	-
24	38	25	38	70	1500	tubo	3,74	4,7	0,15	3,05	-
25	38	13	28	37,92	1500	tubo	4,7	4,97	0,15	3,32	-
1	39	3	38	49,4	600	tubo	1,8	2,24	0,06	1,58	-
1	40	6	38	26,1	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	41	7	38	25,25	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	42	2	42	78,6	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
2	42	3	42	70,2	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
3	42	4	42	45,7	600	tubo	2,4	1,92	0,06	1,74	-
4	42	5	42	45,7	600	tubo	1,92	1,66	0,06	1,26	-
5	42	6	42	80	600	tubo	1,66	1,66	0,06	1	-
6	42	7	42	44,1	800	tubo	2,01	2,01	0,08	1,13	-
7	42	8	42	44,1	1000	tubo	2,01	2,28	0,1	1,18	-
8	42	9	42	71,8	1000	tubo	2,28	2,28	0,1	1,18	-
9	42	10	38	49,9	1000	tubo	2,28	2,28	0,1	1,18	-
1	45	8	42	29,13	600	tubo	1,8	1,95	0,06	1,29	-
1	46	8	42	33,42	600	tubo	1,8	1,97	0,06	1,31	-
1	59	2	59	79,7	600	tubo	1,6	1,6	0,06	0,94	-
2	59	3	59	74,6	600	tubo	1,6	1,97	0,06	1,31	-
3	59	4	59	72,3	600	tubo	1,97	1,63	0,06	1,31	-
4	59	5	59	57,1	600	tubo	2,03	1,49	0,06	1,37	-
5	59	6	59	64,2	800	tubo	2,09	2,31	0,08	1,43	-
6	59	7	59	74,6	800	tubo	2,31	2,45	0,08	1,57	-
7	59	8	59	66,7	800	tubo	2,45	2,58	0,08	1,7	-
8	59	9	59	33,7	1000	tubo	2,78	2,91	0,1	1,81	-



Descrição dos PVs				Extensão entre PVs (m)	Dimensão da Galeria (mm)	Tipo de Galeria	Profundidade dos PVs (m)		Espessura da Parede (m) (1)	Cobrimento Máximo (m) (2)	Tipificação do Aterro (3)
PVm	Rede	PVj	Rede				PVm	PVj			
9	59	PV 25 Exist		34,7	1000	tubo	2,91	3,12	0,1	2,02	-
1	60	5	59	36,7	600	tubo	1,8	2,08	0,06	1,42	-
1	61	6	59	35,08	600	tubo	1,8	1,98	0,06	1,32	-
1	62	7	59	29,97	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	63	8	59	36,15	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
1	64	2	64	65,2	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
2	64	3	64	70,3	600	tubo	1,8	1,8	0,06	1,14	-
3	64	4	64	68,6	600	tubo	1,8	2,24	0,06	1,58	-
4	64	5	64	33,7	800	tubo	2,44	2,51	0,08	1,63	-
5	64	9	59	16,5	800	tubo	2,51	2,69	0,08	1,81	-
1	65	2	65	52,65	3200	tunnel liner	7,80	6,35	-	-	-
2	65	3	65	60	3200	tunnel liner	7,85	3,47	-	-	-
3	65	4	65	60	3200	tunnel liner	4,97	0,00	-	-	-
4	65	5	65	30	3000 x 3000	aduela	1,50	0,24	0,2	-	Tipo I
5	65	Lanç.		30	3000 x 3000	aduela	1,34	0,02	0,2	-	Tipo I

Legenda: PVm = poço de visita a montante e PVj = poço de visita a jusante

Notas:

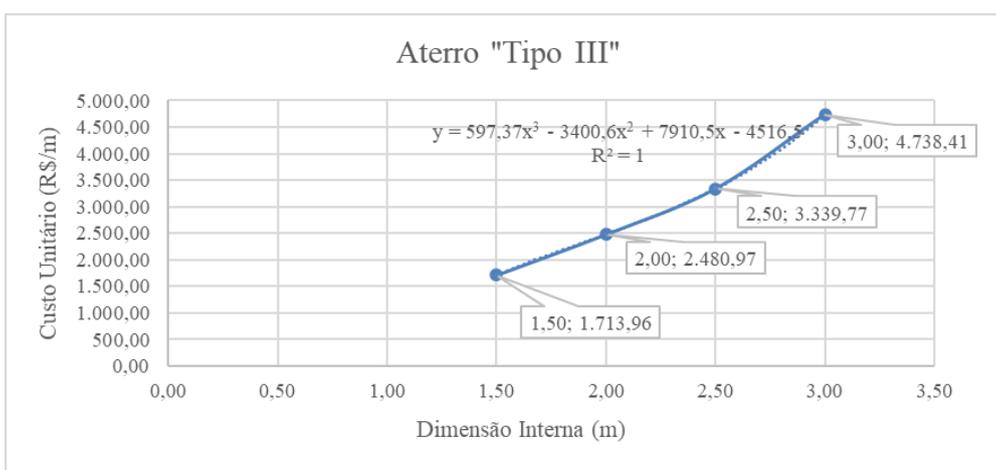
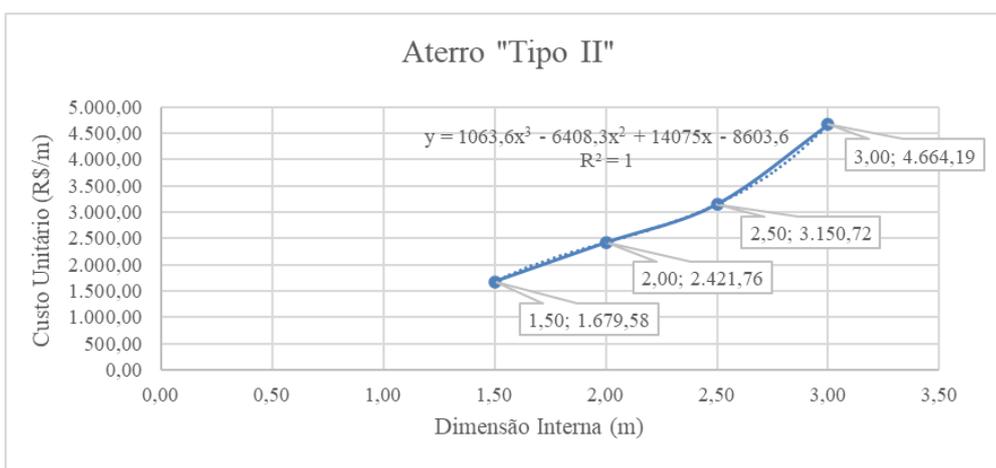
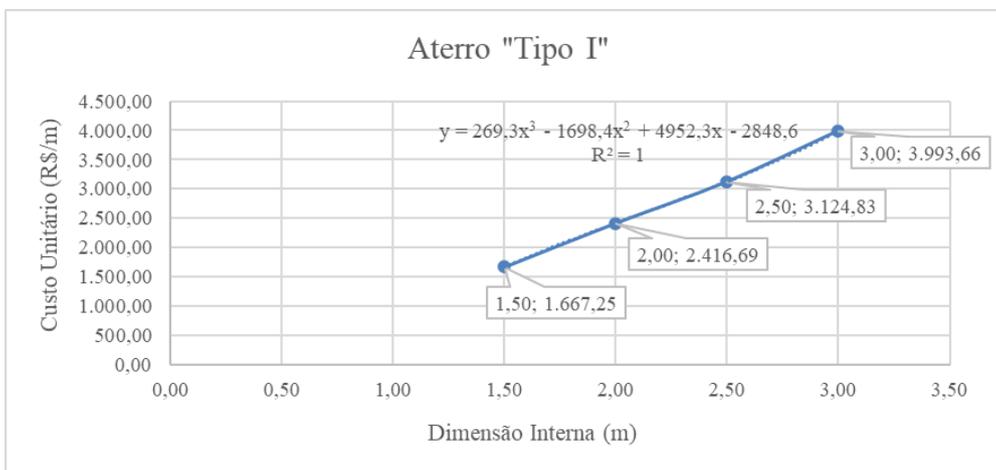
(1) Espessuras de tubos especificadas na Tabela 1, do Termo de Referência – SODF/SUPOP (SEI nº 47946957) e espessura de aduela especificada no orçamento base (SEI nº 52939364).

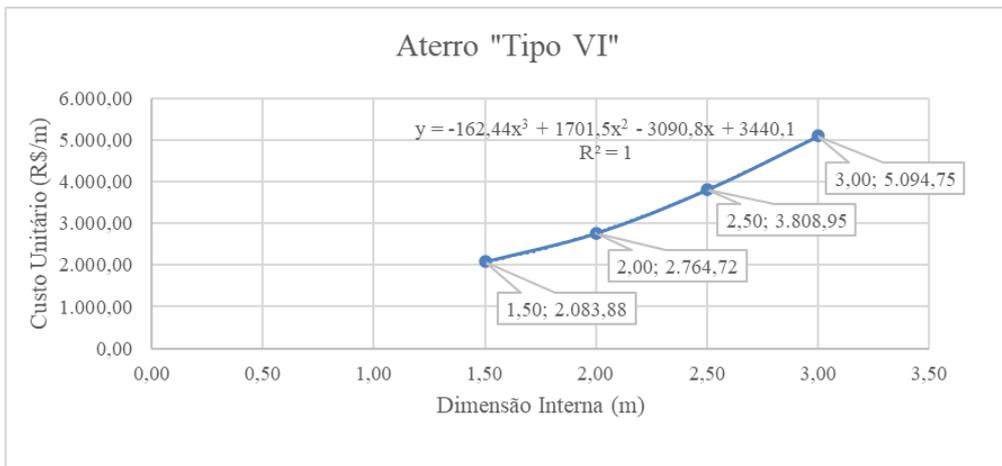
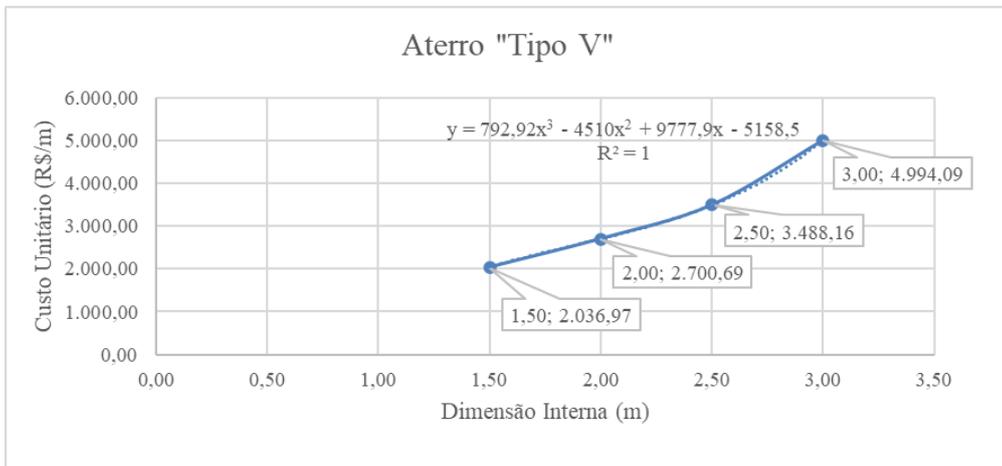
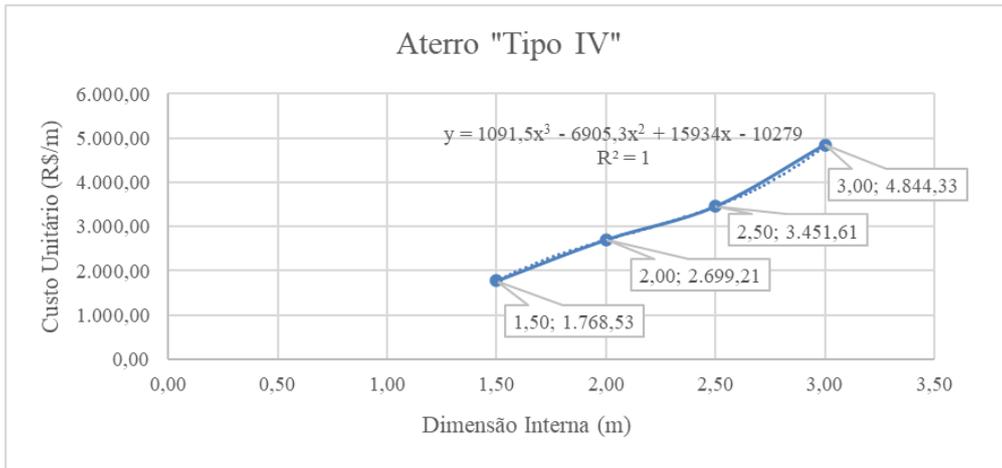
(2) É a altura de aterro máxima sobre a galeria, isto é, a maior diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz superior externa da galeria.

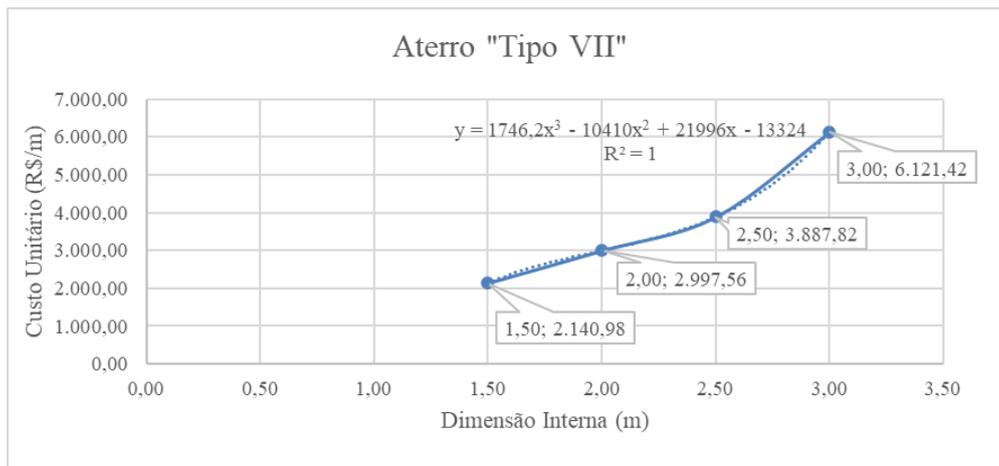
(3) Tipificação dos bueiros pré-moldados em função das alturas de aterro sobre a laje superior, segundo o DNIT.



ANEXO IV. INTERPOLAÇÃO POLINOMIAL DOS CUSTOS UNITÁRIOS DAS ADUELAS PRÉ-MOLDADAS DO SICRO









6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERNAZ, Maria Paula; LIMA, Cecília Modesto. **Dicionário ilustrado de arquitetura**. São Paulo: ProEditores, 1998a. v. 1.
- ALBERNAZ, Maria Paula; LIMA, Cecília Modesto. **Dicionário ilustrado de arquitetura**. São Paulo: ProEditores, 1998b. v. 2.
- Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. **Vocabulário de teoria das estruturas**. São Paulo, 1967.
- Associação Brasileira dos Produtores de Tubos de Concreto – ABTC. **Guia do consumidor**. São Paulo: ABTC, 2021.
- BARBOSA, Denis Borges. **Uma introdução à propriedade intelectual**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010.
- BATLOUNI NETO, Jorge. **Diretrizes do projeto de estrutura para garantia do desempenho e custo**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 1. Cap. 7, p. 201-231.
- BELO HORIZONTE. Superintendência de Desenvolvimento da Capital – SUDECAP. Diretoria de Projetos. **Caderno de encargos**. 4. ed. Belo Horizonte, 2020.
- BRASIL. Caixa Econômica Federal – CAIXA. **Cadernos técnicos de composições para escoramento e preparo de fundo de valas**. Revisão 1 (8/2020). Brasília: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices – SINAPI, 2020a.
- BRASIL. Caixa Econômica Federal – CAIXA. **SINAPI: metodologias e conceitos**. 8. ed. Brasília: CAIXA, 2020b.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro, 1997.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. Diretoria Executiva. Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes – Volume 10: Manuais técnicos – Conteúdo 05: Drenagem e obras e arte correntes**. 1. ed. Brasília, 2017.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações: fundamentos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015a. v. 1.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações: mecânica das rochas, fundações e obras de terra**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015b. v. 2.
- CARDOSO, Francisco Ferreira. **Serviços de escavação: equipamentos e aspectos executivos**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, 2002.
- CHAMA NETO, Pedro Jorge *et al.* **Manual Técnico de Drenagem e Esgoto Sanitário**. 1. ed. São Paulo: ABTC – Associação Brasileira dos Produtores de Tubos de Concreto, 2008.
- DISTRITO FEDERAL. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal – ADASA. Superintendência de Drenagem Urbana. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal**. Brasília, 2018.
- EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EESC-USP, 2000.
- EL DEBS, Mounir Khalil. **Contribuição ao projeto de galerias enterradas: alternativas em argamassa armada**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 1984.
- EL DEBS, Mounir Khalil. **Projeto estrutural de galerias e canais com aduelas de concreto pré-moldado**. São Paulo: ABTC – Associação Brasileira dos Produtores de Tubos de Concreto, 2018.
- FÉODOSIEV, V. Resistência dos materiais. Porto: Edições Lopes da Silva, 1977.
- FUSCO, Péricles Brasiliense. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1995.
- JACOBY FERNANDES, Jorge Ulisses. **Tribunais de Contas do Brasil: jurisdição e competência**. 3.ed. Belo Horizonte: Fórum, 2013.
- JAWORSKI, Tadeo. **Equipamentos para escavação, compactação e transporte**. Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2018.
- LAMBE, Thomas William; WHITMAN, Robert V. **Soil Mechanics**. New York: John Wiley & Sons, 1969.



- LEET, Kenneth M.; UANG, Chia-Ming; GILBERT, Anne M. Fundamentos da análise estrutural. 3. ed. Porto Alegre: AMGM, 2010.
- MARTHA, Luiz Fernando Campos Ramos. **Análise de estruturas: conceitos e métodos básicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- MARZIONNA, Jaime Domingos *et al.* **Análise, projeto e execução de escavações e contenções**. In: HACHICH, Waldemar *et al.* (ed.). **Fundações: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998. Cap. 15, p. 537-578.
- NAHUZ, Augusto Rabelo (coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2013.
- PARANÁ. Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR. **Manual de obras de saneamento – MOS**. 4. ed. Paraná, 2012.
- PECK, Ralph Brazelton. *Deep Excavation and Tunneling in Soft Ground. State-of-the-Art Report. Proceedings of the 7th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, México, 1969, p. 225-290.
- PESSOA JÚNIOR, ELCI. **Manual de obras rodoviárias e pavimentação urbana: execução e fiscalização**. São Paulo: Pini, 2014.
- PFEIL, Walter. **Estruturas de madeira**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- PFEIL, Walter. **Pontes: curso básico: projeto, construção e manutenção**. Rio de Janeiro: Campus, 1983.
- 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.
- PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso básico de concreto armado: conforme NBR 6118/2014**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- RIO GRANDE DO SUL. Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN. **Caderno de Encargos**.
- SANTA CATARINA. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. Diretoria de Expansão. **Manual de especificações técnicas, regulamentação de preços e critérios de medição**.
- SÃO PAULO. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Drenagem urbana: manual de projeto**. 2.ed. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, 1980.
- Serviço Social da Indústria. Departamento Nacional. **Manual de segurança e saúde no trabalho para escavação na indústria da construção**. Brasília: SESI/DN, 2019.
- SILVA, De Plácido e. **Vocabulário jurídico**. 32. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2016.
- SÛSSEKIND, José Carlos. **Curso de análise estrutural: estruturas isostáticas**. 6. ed. Porto Alegre – Rio de Janeiro: Globo, 1981. v. 1.
- TACITANO, Marcelo. **Análise de paredes de contenção através de método unidimensional evolutivo**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- THOMAZ, Ercio. **Execução, controle e desempenho das estruturas de concreto**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. v. 1. Cap. 18, p. 527-581.
- VASCONCELLOS, José Luiz de Godoy e. **Valas: abertura, escoramento provisório e esgotamento d'água**. 1. ed. São Paulo: Baraúna, 2013.
- ZENID, Geraldo José (coord.). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT/SVMA, 2009.



7. NOTAS DE FIM

Introdução

- [1] Departamento de Compras – DECOMP, da Diretoria Administrativa – DA, da NOVACAP.
- [2] **Executante** é a pessoa física ou jurídica, legalmente habilitada, contratada por quem de direito (contratante), para executar o empreendimento, assumindo a responsabilidade técnica deste de acordo com o projeto e em condições mutuamente estabelecidas, nos termos da Lei Federal nº 5.194, de 1966 (item 3.6, da NBR 5671:1990 da ABNT).
- [3] **Bacia de detenção** (ou reservatório de detenção a céu aberto) é um reservatório de amortecimento inserido no sistema de drenagem para controle de vazão e qualidade da água. Durante as estiagens, é mantido a seco, porém, na ocorrência de precipitações (chuvas) intensas, é destinado a amortecer os picos de escoamento superficial, liberando mais lentamente os volumes afluentes (ADASA, 2018).
- [4] **Trecho de rede** (ou **de galeria**) é a parte situada entre dois poços de visita – PV consecutivos (SÃO PAULO, 1980, p. XIV).
- [5] Art. 51, da Lei nº 4.285, de 2008.
- [6] Em anterior auditoria das obras públicas de Vicente Pires, em resposta à Solicitação de Informação nº 10/2020 – CGDF/SUBCI/COLES/DATOS (SEI nº 38767315), a NOVACAP disponibilizou a NS 01 à DATOS/CGDF sob Protocolo SEI nº 39944433. Já em consulta ao sítio institucional da Empresa Pública (<https://www.novacap.df.gov.br/normas-tecnicas-da-du/>), verificou-se que a referida norma técnica não se encontrava em transparência ativa.

Ponto de Auditoria 3.1.1

- [7] **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.
- [8] Valor com BDI de 20,34% para serviço e 11,10% para fornecimento de materiais.
- [9] **Composição de custo unitário – CCU** é o detalhamento do custo unitário do serviço que expresse a descrição, quantidades, produtividades e custos unitários dos materiais, mão de obra e equipamentos necessários à execução de uma unidade (inciso II, do art. 2º, do Decreto federal nº 7.983, de 2013).
- [10] **Bitola** é a “*expressão numérica das dimensões transversais de largura e espessura de uma peça de madeira*” (item 2.7, da NBR 16864-1:2020 da ABNT).
- [11] **Ficha (de cravação)** é a “*parte do escoramento vertical a ser cravada no solo, abaixo do greide final da escavação, com profundidade suficiente para prevenir o tombamento ou fechamento*” (item 3.27, da NBR 17015:2022, c/c item 3.19, da NBR 15645:2020, ambas da ABNT).
- [12] **Madeira beneficiada** é aquela “*obtida pela usinagem das peças serradas, agregando valor às mesmas. [...] Podem incluir as seguintes operações: aplainamento, molduramento e torneamento, e ainda desengrosso, desempenho, destopamento, recorte, furação, respigado, ranhurado, entre outras.*” (ZENID, 2009, p. 27) Exemplos: assoalhos, forros, batentes, rodapés e tacos (item 2.3, da NBR 7203:1982 da ABNT).
- [13] Item 2.88, da NBR 12551:2002 da ABNT.
- [14] Item 2.4, da NBR 16864-1:2020 da ABNT.
- [15] Incisos I e III, ambos do art. 12, da Lei Federal nº 8.666, de 1993.
- [16] Conversão de unidades procedida ao saber que 1 polegada (1" ou 1 in) = 2,54 centímetros (2,54 cm).
- [17] Item 2.70, da NBR 16864-1:2020 da ABNT.
- [18] Inciso I, do art. 157, do Decreto-Lei Federal nº 5.452, de 1943.
- [19] Art. 154. do Decreto-Lei Federal nº 5.452. de 1943.



- [20] Incisos I, VIII e IX, todos do “caput”, do art. 18, da Lei nº 6.138, de 2018.
- [21] Inciso I, do “caput”, do art. 82, da Lei nº 6.138, de 2018.
- [22] § 2º, do art. 85, da Lei nº 6.138, de 2018.
- [23] Matéria jornalística do *GI*, disponível em: < <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2021/11/04/pericia-aponta-irregularidades-graves-em-obra-que-sotterrou-trabalhadores-na-grande-joao-pessoa.ghtml>>.
- [24] Disponível em: < <https://www.clickpb.com.br/paraiba/apos-morte-de-trabalhador-pericias-apontam-falta-de-seguranca-e-de-prevencao-em-obras-da-br-230-em-joao-pessoa-317464.html>>.
- [25] **Concreto armado** é o concreto em cuja massa se encontram dispostas armaduras de aço, com o fim de aumentar sua resistência aos esforços de tração e cisalhamento nas peças que forma (ALBERNAZ e LIMA, 1998a, p. 171).
- [26] **Recobrimento (ou cobrimento) da tubulação** é a diferença de nível entre a superfície do terreno e a geratriz superior externa da tubulação (item 3.13, da antiga NBR 12266:1992, c/c item 3.46, da NBR 17015:2022, ambas da ABNT).
- [27] Matematicamente, **interpolação** é um método que permite obter um novo conjunto de dados a partir de um conjunto discreto de dados pontuais previamente conhecidos.
- [28] **Carimbo (quadro, selo ou etiqueta)** é o espaço posicionado no canto inferior direito das folhas de desenho destinado à identificação e às informações referentes ao conteúdo de cada folha. Deve conter, entre outras informações, a identificação da empresa e do profissional responsável pelo projeto. (Itens 3.1 e 4.5, ambos da NBR 6492:2021 da ABNT)
- [29] **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).
- [30] Item 4.2.7, da NBR 17015:2022 da ABNT.
- [31] Item 4.1, da NBR 7190-1:2022 da ABNT.
- [32] Item 4.2, da NBR 7190-1:2022 da ABNT.
- [33] **Esbeltez (ou esbelteza)** é, do ponto de vista técnico, a característica da peça cuja seção transversal é pequena em relação ao seu comprimento (BRASIL, 1997).
- [34] A **profundidade média de escavação h** provém da “NOTA DE SERVIÇO DE DRENAGEM PLUVIAL” elaborada pelo executante (SEI nº 90114923), a partir da média aritmética (coluna “MÉDIA”) das profundidades dispostas na coluna “CORTE”, que por sua vez são o resultado da subtração entre as colunas das “COTAS” de “TERRENO” e de “PROJETO”.
- [35] § 88, do item I.2.1, da Orientação Técnica quanto à Análise Técnica de Orçamentos, da Portaria-SEGECEX nº 33, de 07.12.2012, que aprovou a segunda revisão do Roteiro de Auditoria de Obras Públicas do TCU.

Ponto de Auditoria 3.2.1

- [36] **Armaduras** são o conjunto de elementos de aço (“ferragem”) integrante de uma estrutura de concreto armado ou protendido (BRASIL, 1997).
- [37] **Estruturas** são um conjunto das partes de uma construção que se destinam a resistir às cargas atuantes na mesma e transmiti-las a algum meio de suporte (usualmente um terreno de fundação) (BRASIL, 1997).
- [38] Alíneas “b” e “c”, ambas do “caput”, do art. 7º, c/c “caput”, do art. 8º, todos da Lei Federal nº 5.194, de 1966, c/c inciso X, do art. 6º, da Lei Federal nº 8.666, de 1993, c/c inciso IX, do “caput”, do art. 42, da Lei Federal nº 13.303, de 2016.
- [39] Item A.2, do Anexo A, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [40] A **análise estrutural** objetiva determinar os efeitos das ações em uma estrutura, com a finalidade de efetuar verificações dos estados-limites últimos e de serviço. A partir dela, é 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)

[41] **Vergalhão** é a barra ou fio redondo, com ou sem nervuras, utilizados como armaduras de concreto armado (item 2.139, da NBR 6215:2011 da ABNT).

[42] A **emenda por trespasse (traspasse ou transpasse)** é feita pela simples justaposição longitudinal das barras, conforme comprimento de trespasse definidos pelo item 9.5.2, da NBR 6118:2014 da ABNT, sendo permitidas para barras de diâmetro até 32,0 mm. A transferência da força entre as barras é feita pela aderência ao concreto, dependendo assim da resistência do concreto.

[43] A **resistência característica à compressão do concreto (*f_{ck}*)** deve constar obrigatoriamente de modo bem destacado em todos os desenhos (p. ex. pranchas de desenho de armadura e de fôrma) e memórias que descrevem o projeto tecnicamente (alínea “a”, do item 4.2, da NBR 12655:2015 da ABNT). Os valores característicos (*f_k*) 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 da ABNT).

[44] 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 das estruturas (item 6.4.1, da NBR 6118:2014 da ABNT).

[45] Conversão de unidades procedida ao saber que 1 quilograma-força por centímetro quadrado (1 kgf/cm^2) = 0,1 megapascal (0,1 MPa).

[46] **Ações** são as causas que provocam esforços solicitantes que atuam sobre a estrutura, capazes de produzir ou alterar as deformações ou o estado de tensão nos elementos estruturais (item 3.1, da NBR 6120:2019, c/c item 3.4, da NBR 8681:2003, ambas da ABNT).

[47] **Estados-limites de uma estrutura** são aqueles a partir dos quais a estrutura apresenta desempenho inadequado às finalidades da construção (item 3.1, da NBR 8681:2003 da ABNT).

[48] Item 3.3, da NBR 6120:2019, c/c item 4.3.2.4, da NBR 8681:2003, ambas da ABNT.

[49] **Ações móveis** são ações variáveis que se deslocam relativamente à estrutura em que atuam, conservando-se a posição

relativa das forças que a compõem (item 3.7, da NBR 6120:2019 da ABNT).

[50] **Ações permanentes** são aquelas que ocorrem com valores constantes ou de pequena variação em torno de sua média, durante praticamente toda a vida da construção. A variabilidade das ações permanentes é medida num conjunto de construções análogas (item 3.5, da NBR 8681:2003 da ABNT).

[51] Item 3.13, da antiga NBR 12266:1992, c/c item 3.5, da NBR 15645:2020, c/c item 3.46, da NBR 17015:2022, todas da ABNT.

[52] **Firma projetista** é a pessoa jurídica, legalmente habilitada, contratada para elaborar, por meio de seu quadro técnico, o projeto de um empreendimento ou parte deste (item 3.3, da NBR 5671:1990 da ABNT).

[53] “Caput”, do art. 7º, da Lei Federal nº 8.666, de 1993.

[54] § 1º, do art. 7º, da Lei Federal nº 8.666, de 1993.

[55] Acórdão nº 1.874/2007 – TCU/Plenário (Relatório de Acompanhamento, Relator Ministro Augusto Nardes).

[56] Item 4 e item A.2, do Anexo A, ambos da NBR 15396:2018 da ABNT.

[57] Como toda a documentação técnica do SINAPI permanece disponível em www.caixa.go.br/sinapi sempre em sua versão mais atual (BRASIL, 2020a, p. 12), a base de dados antecessora mais próxima a que a equipe teve acesso continha somente as “*FICHAS DE ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DE INSUMOS*” de 02.2017, não sendo possível obter o documento referente à data-base do orçamento base 06.2020.

Anexo I

[58] Item 9.3, da NBR 9061:1985 da ABNT.

[59] Item 3.1, da antiga NBR 12.266:1992, c/c item 3.14, da NBR 15645:2020, c/c item 3.22, da NBR 17015:2022, todas da ABNT.



- [60] Item 4.1.4.3, da antiga NBR 12266:1992 da ABNT.
- [61] Item 5.2, da NBR 9061:1985 da ABNT.
- [62] Item 3.15, da NBR 15645:2020, c/c item 3.2, da antiga NBR 12266:1992, ambas da ABNT.
- [63] Item 18.7.2.8, da Norma Regulamentadora nº 18 – NR-18, do antigo Ministério do Trabalho, c/c item 4.2.7, da NBR 17015:2022 da ABNT.
- [64] “Um material é considerado **homogêneo**, se as suas propriedades não dependem das dimensões do volume destacado de corpo.” (Féodosiev, 1977, p. 14, grifo nosso)
- [65] Item 4.1.6.4, da antiga NBR 12266:1992 da ABNT.
- [66] **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).
- [67] Itens 4.1.6.3 e 4.1.6.4, ambos da antiga NBR 12266:1992 da ABNT.
- [68] Item 5.3.1, da NBR 9061:1985 da ABNT.
- [69] Item 4.5.13.13, da NBR 15645:2020, c/c 4.2.6.5, da antiga NBR 12266:1992, c/c item 4.2.7.1, da NBR 17015:2022, todas da ABNT.
- [70] Item 4.2.7.1, da NBR 17015:2022 da ABNT.
- [71] Item 1, c/c alínea “q”, do item 4.1.2, ambos da NBR 17015:2022 da ABNT.
- [72] Item 4.5.13.2, da NBR 15645:2020 da ABNT.
- [73] Item 18.7.2.4, da NR-18, do antigo Ministério do Trabalho.
- [74] Inciso VI, do art. 12, da Lei Federal nº 8.666, de 1993.
- [75] Item 4.3.1, da NBR 15645:2020, c/c item 4.2.13, da antiga NBR 12266:1992, ambas da ABNT.
- [76] Inciso I, do art. 157, c/c inciso III, do art. 200, do Decreto-Lei Federal nº 5.452, de 1943.
- [77] Item 18.7.2.3, da NR-18, do antigo Ministério do Trabalho.
- [78] Item 4.5.13.1, da NBR 15645:2020, c/c item 4.2.7.1, da NBR 17015:2022, ambas da ABNT.
- [79] Item 18.7.2.8, da NR-18, do antigo Ministério do Trabalho.
- [80] Item 4.2.7.1, da NBR 17015:2022 da ABNT.
- [81] Alínea “c”, do item 2.5, da NS 01-NOVACAP.
- [82] Item 4.2.6.1, da NBR 17015:2022 da ABNT.
- [83] Item 4.1.6.1, da NBR antiga 12266:1992, c/c item 4.2.7, da NBR 17015:2022, ambas da ABNT.
- [84] Item 4.2.6.3, da NBR antiga 12266:1992, c/c item 4.2.7.2, da NBR 17015:2022, ambas da ABNT.
- [85] Item 4.5.13.6, da NBR 15645:2020, c/c item 4.2.7.3, da NBR 17015:2022, ambas da ABNT.
- [86] **Pontalete** significa “*Escora de madeira usada em estruturas*” (Dicionário Michaelis) haja vista ser uma “*peça linear sujeita principalmente a esforços de compressão*” (PORTELA e SILVA, 2006, p. 38), ou seja, trata-se da estronca preconizada na antiga NBR 12266 e na NBR 15645, ambas da ABNT. Outro significado para o vocábulo seria peça “*de seção geralmente quadrada, utilizada principalmente para escora de vigas e lajes de concreto nas construções*” (item 2.125, da NBR 12551:2002 da ABNT).
- [87] Item 4.5.13.7, da NBR 15645:2020, c/c item 4.2.7.1, da NBR 17015:2022, ambas da ABNT.
- [88] Item 4.5.13.5, da NBR 15645:2020 da ABNT.
- [89] Item 4.5.13.8, da NBR 15645:2020 da ABNT.
- [90] Item 2.71, da NBR 16864-1:2020 da ABNT.
- [91] Item 2.49, da NBR 16864-1:2020 da ABNT
- [92] Item 4.2.6.3, *in fine*, da antiga NBR 12266:1992, c/c item 4.5.13.8, da NBR 15645:2020, c/c item 4.2.7.1, da NBR 17015:2022, todas da ABNT.
- [93] SUDECAP (2020, item 19.21.2).
- [94] **Solapamento**, neste caso, é o efeito da entrada de solo das paredes laterais da vala em seu interior, correspondendo a um risco a ser evitado por questões de segurança.
- [95] **Abatimento** é a deformação da plataforma de uma estrada devido ao adensamento das camadas do pavimento em recalque do subleito (BRASIL, 1997).



- [96] **Implemento** “é qualquer conjunto que complete uma máquina para a execução de um serviço específico” (JAWORSKI, 2018, p. 4)
- [97] **Caçamba** é um implemento escavador que, além de escavar o material, serve de depósito desde a manobra até o sequente descarregamento. (JAWORSKI, 2018, p. 49)
- [98] A escavadeira de caçamba invertida recebe esse nome por ser equipada com implemento frontal (lança segmentada) que articula em sua extremidade uma caçamba em posição inversa à do “shovel”. (JAWORSKI, 2018, p. 50)
- [99] Item 19.23.3, do Caderno de Encargos da SUDECAP.
- [100] CASAN, item 5.6.
- [101] SANEPAR (2012, item 0504).
- [102] Nos dizeres de Caputo (2015a), “a propriedade dos solos em suportar cargas e conservar sua estabilidade, depende da **resistência ao cisalhamento do solo**, de maneira que “toda massa de solo se rompe quando essa resistência é excedida.” Nesse sentido, segundo Coulomb (*apud* CAPUTO, 2015a), a resistência ao cisalhamento de um solo é formada basicamente de duas componentes: “coesão” e “atrito”. A **coesão**, também conhecida como coesão “verdadeira” (em contraponto à coesão “aparente”), é a parcela de resistência ao cisalhamento de um solo (argiloso), independentemente da tensão efetiva normal atuante, provada pela **atração físico-química** entre as partículas ou pela **cimentação** dessas (item 2.2.53, da NBR 6502:2022 da ABNT).
- [103] **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.

Anexo II

- [104] As obras de engenharia chamadas de “obras de arte” recebem essa denominação em alusão aos artífices dotados de grande intuição estática da antiguidade, que as construíam de modo empírico, daí serem consideradas trabalhos de “arte” (PFEIL, 1983, p. 12).
- [105] **Via** é um caminho preparado para o trânsito, isto é, um lugar por onde se vai ou é levado, a exemplo das vias férreas, vias públicas, vias aquáticas (BRASIL, 1997).
- [106] **Talvegue**, nesse caso, corresponde à linha ou lugar geométrico dos pontos mais baixos do fundo de um curso d’água (BRASIL, 1997).
- [107] **Compressão** é um esforço atuante em peças ou elementos da construção que resulta na tendência ao seu achatamento (ALBERNAZ e LIMA, 1998a, p. 168).
- [108] **Tração** é o esforço atuante em peça ou elemento da construção que resulta na tendência ao seu alongamento (ALBERNAZ e LIMA, 1998b, p. 631).
- [109] Item 3.7, da NBR 15696:2009 da ABNT.
- [110] Item 3.1.1, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [111] **Cisalhamento** é a força atuante em peças ou elementos da construção que resulta na tendência ao seu seccionamento (corte), isto é, uma ruptura em um plano paralelo à força aplicada (ALBERNAZ e LIMA, 1998a, p. 155 e BRASIL, 1997).
- [112] Item 3.1.2, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [113] Item 3.1.3, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [114] Item 3.1.4, da NBR 6118:2014 da ABNT.
- [115] **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).
- [116] **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).
- [117] **Barra** é um produto siderúrgico longo e retilíneo, cuja seção transversal maciça é constante (item 2.63, da NBR 6215:2011 da ABNT).



- [118] Item 4.1.1, da NBR 7480:2007 da ABNT.
- [119] **Malha** é a menor figura geométrica, retangular ou quadrada, obtida pela interseção de dois pares de fios (contíguos) ortogonais (item 3.2, da NBR 7481:1190 da ABNT).
- [120] Item 3.1, da NBR 7481:1990 da ABNT.
- [121] Item 4.1.2, c/c Tabela B.3, ambos da NBR 7480:2007 da ABNT. Recorde-se que $1 \text{ kN/cm}^2 = 10 \text{ MPa}$.
- [122] **Bitola (Ø)** “é um número correspondente ao valor arredondado, em milímetros, do diâmetro da seção transversal nominal do fio ou da barra” (Fusco, 1995, p. 3).
- [123] **Concreto de cimento Portland** (ou simplesmente “concreto”) é 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) (item 3.1, da NBR 12655:2015 da ABNT).
- [124] Item 3.9, da NBR 9062:2017 da ABNT.
- [125] Item 3.8, da NBR 9062:2017 da ABNT.
- [126] Item 12.1.1, da NBR 9062:2017 da ABNT.
- [127] Item 12.1.2, da NBR 9062:2017 da ABNT.
- [128] **Cura de concreto** é o processo de endurecimento do concreto que requer presença de água e de temperatura favoráveis (BRASIL, 1997).
- [129] Item 3.1, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [130] Item 5.1.1, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [131] Nota da Tabela 1, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [132] Item 5.1.1, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [133] Item 5.1.2, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [134] Item 5.1.1.1, da NBR 9062:2017 da ABNT.
- [135] Item 5.1, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [136] **Ligações estruturais** (ou simplesmente “**ligações**”) são dispositivos utilizados para compor um conjunto estrutural a partir de seus elementos, com a finalidade de transmitir os esforços solicitantes, em todas as fases de utilização, dentro das condições de projeto, mantendo a durabilidade ao longo da vida útil da estrutura (item 3.11, da NBR 9062:2017 da ABNT).
- [137] **Ações móveis** são ações variáveis que se deslocam relativamente à estrutura em que atuam, conservando-se a posição relativa das forças que a compõem (item 3.7, da NBR 6120:2019 da ABNT).
- [138] **Cobrimento das armaduras** é a “camada de concreto entre a armadura e a fôrma, medida a partir da geratriz da armadura mais próxima ao molde” (THOMAZ, 2005, p. 528, nota de rodapé nº 1).
- [139] **Ações permanentes** são aquelas que ocorrem com valores constantes ou de pequena variação em torno de sua média, durante praticamente toda a vida da construção. A variabilidade das ações permanentes é medida num conjunto de construções análogas (item 3.5, da NBR 8681:2003 da ABNT).
- [140] Item 3.13, da NBR antiga 12266:1992, c/c item 3.5, da NBR 15645:2020, ambas da ABNT.
- [141] **Ponte** é uma obra de arte especial – OAE sujeita à ação de carga em movimento, com posicionamento variável, chamada de carga móvel, utilizada para transpor um obstáculo natural (como rio, córrego, vale) (item 3.7, da NBR 7187:2021 da ABNT).
- [142] **Cargas acidentais** são as (item 3.8, da NBR 8681:2003 da ABNT).
- [143] Item 5.2.1.2.1, da NBR 15396:2018 da ABNT.
- [144] Item 6.2, da NBR 15396:2018
- [145] **Fissura**, nesse caso, corresponde à ruptura parcial do concreto sob ações mecânicas ou químicas não visíveis a olho nu. Entende-se por **fissuração inaceitável** em elementos estruturais de concreto armado aquela que é nociva, isto é, aquela definida por sua abertura em função de valores limites estabelecidos no item 13.4, da NBR 6118:2014 da ABNT. (BRASIL, 1997)



[146] **Insertos** são quaisquer peças incorporadas ao elemento pré-moldado, para atender a uma finalidade de ligação estrutural ou para permitir fixações de outra natureza (item 3.10, da NBR 9062:2017 da ABNT).

[147] Item 5.6.1.1, da NBR 9062:2017 da ABNT.

[148] Item 5.6.1.2, da NBR 9062:2017 da ABNT.

Brasília, 12/05/2023

Diretoria de Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia-DATOS



Documento assinado eletronicamente pela **Controladoria Geral do Distrito Federal**, em 12 /05/2023, conforme art. 5º do Decreto N° 39.149, de 26 de junho de 2018, publicado no Diário Oficial do Distrito Federal N° 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 **53DF49F6.CEE0CDA0.C798D73D.BE6014B9**