



PROCESSO: 24/2200-0000814-0

OBJETO: Recuperação de vigas do Palácio da Polícia

LOCAL: Av. João Pessoa, 2050 - Farroupilha

MUNICÍPIO: Porto Alegre, RS

Porto Alegre, 19 de agosto de 2024.

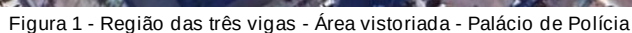
1. OBJETIVO

No dia 16 de agosto de 2024, foi realizada uma visita técnica com o objetivo de avaliar as condições da estrutura na região onde se encontram três vigas danificadas (segundo pavimento) no Palácio da Polícia. Nesta visita, a região citada foi vistoriada visualmente, sendo a maior fissura medida com um fissurômetro. As patologias detectadas foram registradas com fotos, sendo sugeridos encaminhamentos para solucioná-las.

2. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Abaixo segue lista de características da edificação:

- Idade da edificação: estima-se por volta de 70 anos;
- Área de projeção da região: 319 m²;
- Pavimentos: quatro;
- Utilização: 1º pavimento - depósito, 2º pavimento - escritório, demais pavimentos não foram investigados;
- Superestrutura (pilares, vigas e lajes): concreto armado;
- Infraestrutura (fundações): sem informações.





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISTORIA TÉCNICA - ESTRUTURAL

3. VISTORIA TÉCNICA - CONSTATAÇÕES

Consiste na realização de inspeção técnica visual, tendo por objetivo a detecção, caracterização e registro de manifestações patológicas observadas nos elementos estruturais. A seguir serão apresentadas as constatações e fotos ilustrativas das principais ocorrências visualizadas nos elementos estruturais:

3.1. VIGA DANIFICADA 1 (VD1)

De forma geral foram constatadas as seguintes ocorrências nos elementos estruturais:

- Demolição parcial do concreto em trecho do fundo da viga;
- Corte das armaduras neste trecho;
- Armaduras corroídas;
- Não foram detectadas fissuras maiores do que 0,5mm;



Foto 1a – Viga danificada 1



Foto 1b – Viga danificada 1





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA - ESTRUTURAL

3.2. VIGA DANIFICADA 2 (VD2)

De forma geral foram constatadas as seguintes ocorrências nos elementos estruturais:

- Demolição parcial do concreto em trecho do fundo da viga;
- Corte das armaduras neste trecho;
- Armaduras corroídas;
- Fissuras com espessura de até 1mm;



Foto 2a – Viga danificada 2





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA - ESTRUTURAL



Foto 2b – Viga danificada 2

3.3. VIGA DANIFICADA 3 (VD3)

De forma geral foram constatadas as seguintes ocorrências nos elementos estruturais:

- Demolição parcial do concreto em trecho do fundo da viga;
- Corte das armaduras neste trecho;
- Armaduras corroídas;
- Fissuras com espessura de até 5mm;





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA - ESTRUTURAL



Foto 3a – Viga danificada 3



Foto 3b – Viga danificada 3





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA - ESTRUTURAL



Foto 3c – Viga danificada 3 - Medição de 5mm na fissura



Foto 3d – Viga danificada 3 – Fissura provável armadura corroída





2422000008140



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISTORIA TÉCNICA - ESTRUTURAL

4. DESCRIÇÃO DAS CONSTATAÇÕES

4.1. CONCRETO DEMOLIDO E ARMADURA CORTADA

Conforme relatado, há cerca de 30 anos foi realizada uma reforma, sobre a qual não foi encontrada documentação, em que se implementou um forro tipo estuque. Durante a execução do forro, ao que tudo indica, no momento em que se notou conflito do forro com o fundo das três vigas em questão, decidiu-se por cortar o fundo das vigas, removendo tanto concreto quanto armadura. Sendo assim, a causa das patologias descritas nos itens 3.1, 3.2 e 3.3 tem como origem mais provável esta reforma irresponsavelmente executada há cerca de 30 anos, na qual se sacrificou de maneira significativa, ou praticamente total, a capacidade de resistência à flexão das vigas de concreto armado para a execução do forro.

Estima-se que os trechos removidos variam por volta de 15cm de altura, tendo sido cortadas armaduras que consistem em 6 barras lisas de CA-25 com 7/8" de diâmetro (~22mm), por cerca de 3 metros de comprimento em cada uma das referidas vigas (ver croqui em anexo).

4.2. ARMADURA CORROÍDA

Como o trecho que restou do processo de corte da armadura ficou totalmente exposto ao ambiente, não houve nenhum tipo de proteção à armadura quanto aos agentes agressivos que causam corrosão. Além disso, as fissuras que surgiram por conta da perda de resistência da viga favoreceram a penetração dos agentes agressivos em outros trechos. Por fim, também cabe ressaltar que devido o cobrimento da norma em que a estrutura foi projetada ser diferente do que a norma atual prevê, sendo consideravelmente menor, há uma menor proteção à armadura nos trechos com concreto são (despassivação do concreto).

4.3. FISSURAS

Foram constatadas fissuras nas vigas avaliadas, sobretudo na VC 3 (local onde a abertura da fissura chegou a 5mm, foto 3c). É possível relacionar a causa das fissuras com a perda de capacidade de resistência das vigas, por conta do procedimento de corte pelo qual elas passaram e sua respectiva redistribuição de esforços pelo qual o conjunto da estrutura passou para permanecer sem colapso. Exceto a fissura da foto 3d, cuja provável causa é a expansão de produto de corrosão da armadura principal da viga (trecho não cortado, porém próximo ao corte, o que favoreceu a corrosão).





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISTORIA TÉCNICA - ESTRUTURAL

5. CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÕES

Analisando o contexto da demanda em questão, constata-se que as vigas avaliadas possuem patologias graves e seu estado é crítico. Provavelmente por conta de uma redistribuição de esforços (para a laje e para vigas vizinhas) a estrutura não entrou em colapso. Inclusive, há indícios de que talvez na mesma reforma em que foram colocados os forros, também foram executadas novas paredes de tijolos maciços, que também podem ter contribuído para transmissão de cargas.

Além disso, cabe ressaltar que, por conta da existência de um piso elevado no segundo pavimento (que está coberto por pisos parquet e laminado), não foi possível avaliar o estado da parte superior da laje próxima às vigas danificadas.

Portanto, conclui-se que é imprescindível à realização de projetos de recuperação/reforço estrutural nas vigas em questão para garantir que elas voltem a possuir no mínimo a resistência à flexão original de projeto, de forma que contribuam para a resistência global da estrutura. Destaca-se, também, a importância de manter a interdição nas áreas que englobem as vigas danificadas, tanto no primeiro pavimento (térreo) como no segundo pavimento.

Atenciosamente,
Engº. Leandro Krupp
ID 4859570/01 – CREA RS258691
Analista Engenheiro - Engenharia Civil
Departamento de Projetos em Prédios Diversos

De acordo,
Arqº. Hélio Ricardo Boening
ID 30813032 - CAU A17428-9
Chefe de Divisão

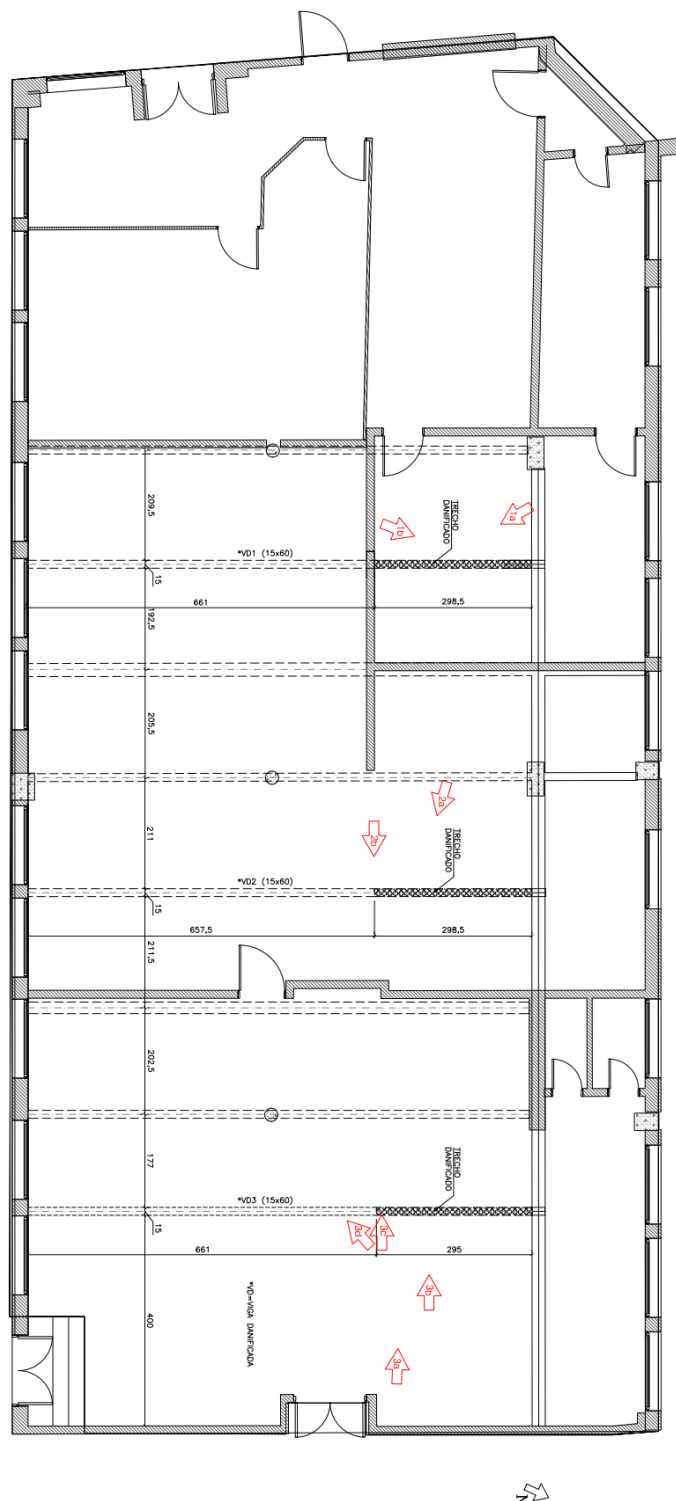




ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RELATÓRIO DE VISITA TÉCNICA - ESTRUTURAL

ANEXO I – CROQUI COM LOCAÇÃO DE VIGAS DANIFICADAS E FOTOS



PLANTA BAIXA – LOCAÇÃO VIGAS DANIFICADAS E FOTOS
ESCALA: 1/50





24220000008140

Nome do documento: 24_2200-0000814-0 - REL-EST.pdf

Documento assinado por

Leandro Krupp
Hélio Ricardo Boening

Órgão/Grupo/Matrícula

SOP / SPDIVERSOS / 485957001
SOP / SPSEGURANÇA / 308130302

Data

20/08/2024 15:58:11
05/09/2024 14:20:39





Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



CREA-RS
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
13396548
Órgão Público

Tipo: OBRA OU SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratado	
Carteira: RS258691 Profissional: LEANDRO KRUPP E-mail: krupp.leandro@gmail.com	
RNP: 2221322428 Título: Engenheiro Civil	
Empresa: NENHUMA EMPRESA	Nr.Reg.:

Contratante	
Nome: SECRETARIA DE OBRAS E HABITACAO E-mail:	
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 1501 3º ANDAR Telefone: 0 CPF/CNPJ: 87958641000131	
Cidade: PORTO ALEGRE Bairro: PRAIA DE BELAS CEP: 90119900 UF: RS	

Identificação da Obra/Serviço	
Proprietário: PALÁCIO DA POLÍCIA - SSP	
Endereço da Obra/Serviço: Avenida JOÃO PESSOA 2050	CPF/CNPJ:
Cidade: PORTO ALEGRE Bairro: FARROUPILHA CEP: 90040001 UF: RS	
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES Vlr Contrato(R\$):	Honorários(R\$):
Data Início: 25/09/2024 Prev.Fim: 24/09/2025	Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Projeto	RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL - CONCRETO ARMADO	323,00	M²
Projeto	REFORÇO ESTRUTURAL - FIBRA DE CARBONO	323,00	M²
Especificação	MEMORIAL RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL	323,00	M²

ART registrada (paga) no CREA-RS em 25/09/2024

Documento assinado digitalmente
gov.br LEANDRO KRUPP
Data: 25/09/2024 17:40:00-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Documento assinado digitalmente
gov.br CAMILA DO RIO MARTINS STOLL
Data: 26/09/2024 09:14:36-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PORTO ALEGRE, 25 DE SETEMBRO DE 2024	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
Local e Data	LEANDRO KRUPP	SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS - SOP
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.





24220000008140

Nome do documento: _ART_EST_REC-REF_VIGAS_PALACIO_POLICIA_PROA.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 16:08:38





24220000008140



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

MEMORIAL DESCRITIVO E ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

PROJETO DE REFORÇO ESTRUTURAL

1. DISPOSIÇÕES GERAIS

1.1. OBJETIVO

Este Memorial Descritivo e Especificação Técnica define os serviços de execução e os materiais a serem empregados na recuperação e no reforço estrutural em três vigas de concreto armado que reforam danificadas (trecho de fundo de viga cortado) a serem realizados no Palácio da Polícia – Polícia Civil do Rio Grande do Sul, localizada na Av. João Pessoa, 2050, Bairro Farroupilha em Porto Alegre - RS.

1.2. RESPONSABILIDADES DA EMPRESA EXECUTORA

- a. Executar todos os serviços descritos empregando mão de obra qualificada e equipamentos para a boa execução da obra, respeitando as especificações e os desenhos do projeto.
- b. Fornecer toda a mão de obra, material, maquinário, ferramentas e transportes necessários para que os serviços tenham um andamento compatível com o cronograma.
- c. Prestar toda assistência técnica e administrativa para o andamento rápido e seguro da obra e serviços.
- d. Retirar imediatamente da obra qualquer material que for rejeitado em inspeção pela FISCALIZAÇÃO.
- e. Desfazer ou corrigir as obras e serviços rejeitados pela FISCALIZAÇÃO, dentro do prazo estabelecido, arcando com as despesas de material e de mão de obra envolvidos.
- f. Acatar, prontamente, as exigências e observações da FISCALIZAÇÃO baseadas neste documento, nos projetos e em regras e normas técnicas.
- g. Manter, no escritório de obra, uma cópia do projeto e deste memorial, sempre disponíveis para consulta da FISCALIZAÇÃO.

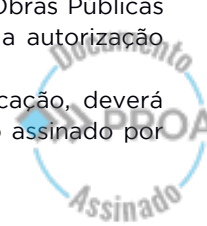
1.3. PROJETO

O Projeto foi elaborado em conformidade com as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com destaque para a *NBR 6118:2023 – projeto de estruturas de concreto – Procedimento* e a *NBR 6122 – Projeto e execução de fundações*.

O Projeto é de autoria da Corpo Técnico de Projetos Estruturais, Divisão de Projetos em Prédios da Segurança Pública (DPPS), Departamento de Projetos em Prédios Diversos (DPPD), Subsecretaria de Infraestrutura e Patrimônio (SIPP), Secretaria de Obras Públicas (SOP). Nenhuma alteração deste projeto poderá ser realizada sem a prévia autorização deste corpo técnico.

Caso a CONTRATADA constatare a necessidade de alguma modificação, deverá informá-la ao Corpo Técnico de Projetos Estruturais através de documento assinado por

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

profissional técnico habilitado, com a devida justificativa técnica. Na hipótese da sua aprovação, a CONTRATADA deverá apresentar o *as built* com a correspondente ART.

A ART deste projeto é de nº 13396548.

1.4. ANÁLISE PRELIMINAR E COMPREENSÃO DO PROJETO

A empresa Contratada terá entre outras, a responsabilidade total pelo conhecimento e compreensão dos projetos recuperação e reforço estrutural, detalhes construtivos, normas de trabalho e impressos adotando também a avaliação de riscos ou imprevistos que possam ocasionar paralizações futuras, decorrentes sobretudo por embargos legais, descumprimento de normas federais, estaduais ou municipais, acidentes de trabalho, ações administrativas e judiciais de terceiros. Para isso, a contratada deverá informar previamente ao início dos trabalhos, os riscos identificados, ao responsável pela fiscalização, o qual adotará as medidas cabíveis para resolução dos problemas encontrados.

Possíveis indefinições, omissões, falhas ou incorreções das especificações fornecidas, não poderão, jamais, constituir pretexto à Contratada pretender cobrar por serviços adicionais ou extras e/ou alterar a composição de preços unitários. Nos itens que houver omissão, obedecer-se-á ao determinado pela Fiscalização, dentro do espírito das demais especificações.

Nenhuma alteração deste Projeto poderá ser realizada sem a prévia autorização do responsável técnico. Caso a Contratada constata a necessidade de alguma modificação, deverá informá-la ao Fiscal de Obras através de documento com a devida justificativa técnica antes da sua efetivação. Na hipótese da sua aprovação, a Contratada deverá apresentar o “as built” com a correspondente ART.

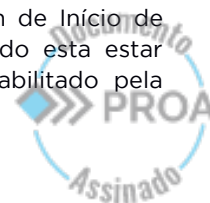
1.5. FISCALIZAÇÃO DA OBRA

A fiscalização será feita por técnico da Secretaria de Obras que adotará medidas para o bom andamento do projeto, ficando responsável pela aferição do cumprimento das exigências do contrato, das instruções de execução da obra segundo orientações dadas por esse memorial descritivo, bem como agir como interlocutor entre Contratada e Contratante. As visitas de fiscalizações poderão ser feitas em qualquer momento, sem prévio aviso, relatando posteriormente ao responsável técnico da contratada, irregularidades e ou ajustes.

1.6. LEGALIZAÇÃO DO PROJETO

Ficarão a cargo exclusivo da empresa contratada todas as providências e despesas correspondentes a matrícula da obra junto ao INSS e outros, além da regularização da obra junto ao CREA e/ou CAU com o recolhimento das devidas Anotações de Responsabilidades Técnicas (ART) e/ou Registros de Responsável Técnico (RRT). A empresa deverá entregar a ART ou RRT referente à execução da obra, ao Fiscal da Obra na sede da Coordenadoria Regional de Obras Públicas - CROP, no ato da assinatura da OIS (Ordem de Início de Serviços), em 03 (três) vias, abrangendo os serviços contratados, devendo esta estar devidamente quitada e as vias assinadas pelo profissional legalmente habilitado pela empresa e responsável tecnicamente pela obra.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

Deverá ainda a contratada, quando for o caso, obter licenças com os órgãos de trânsito, para circulação e estacionamento de veículos de cargas, contêiner de entulho e materiais de construção quando uso de vias públicas, bem como autorização para projeto e execução de desvios ou bloqueios, totais ou parciais, sobre passeios, adotando a sinalização e equipamentos de segurança aos usuários da via, atendo o capítulo VIII, da Lei nº 9.503/1997 (Código de Trânsito Brasileiro).

1.7. RESPONSABILIDADE TÉCNICA

A obra será administrada por profissional legalmente habilitado (Engenheiro Civil ou Arquiteto), registrado no órgão de classe, conforme previsto em termo de referência, com comprovada experiência (CAT) de no mínimo 2 execuções de recuperações, reforços em fibra de carbono e elaboração de laudos de estabilidade estrutural, e previsão na planilha orçamentária, o qual deverá estar presente em todas as fases importantes da execução dos serviços, conforme a carga horária estabelecida no orçamento, orientar o Mestre de Obras e reportar todas as informações necessárias de acordo com as solicitações da Fiscalização. Deve ainda, manter na obra um Técnico com experiência anterior comprovada na realização dos serviços contratados, estando nas frentes de serviços em período integral, apto a comandar as frentes de serviços e prestar quaisquer esclarecimentos que se façam necessários ao Fiscal da SOP e ao Mestre de Obras da empresa.

A Contratada deverá manter na obra um 'Diário de Obra', preenchido diariamente pelo responsável dos serviços, registrando todos os acontecimentos relevantes e inusitados da obra, atividades diárias, condições climáticas, identificação dos funcionários e suas funções, e eventuais questionamentos que tenha a fazer. Deverá ainda ter espaço para observações e comentários da Fiscalização, assim como campo para sua assinatura.

A Contratada deverá ainda dispor no canteiro de obras de toda a documentação técnica do contrato (projeto, planilha orçamentária, memorial descritivo e o termo contratual, além da devida ART ou RRT de execução) para consultas periódicas durante a execução dos serviços, sendo estes a principal referência para a Contratada seguir com a execução dos serviços.

Não serão remuneradas horas extras de qualquer espécie para a mão-de-obra direta ou indireta da Contratada nesse contrato, ainda que haja expediente excepcional de obra por razão de interesse da empresa no cumprimento de prazos ou adiantamento de serviços, ficando a cargo da Contratada o ônus decorrente desta opção eventualmente facultada.

1.8. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

O contratante deverá observar o atendimento as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT- NBR), Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NR's), Código de edificações Municipais, Legislações Ambientais, Legislações Federal, Estadual e Municipal pertinentes ao projeto, manuais de especificações de equipamentos e de materiais de construções e outros de vigência obrigatórias ao projeto.

1.9. PRANCHAS QUE COMPÕEM O PROJETO

- 24-2200-0000814-0-EST-REF-01-R00
- 24-2200-0000814-0-EST-REF-02-R00

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

- 24-2200-0000814-0-EST-REF-03-R00

2. OBSERVAÇÕES SOBRE A EXECUÇÃO

2.1. GENERALIDADES

- a. A obra somente iniciará após a entrega da ART de execução por parte da CONTRATADA.
- b. A obra deverá ser executada por profissionais devidamente habilitados, abrangendo todos os serviços, desde a instalação da obra até a limpeza e entrega da estrutura em perfeito e completo funcionamento.
- c. O profissional credenciado para dirigir os trabalhos por parte da CONTRATADA deverá dar assistência à obra, devendo se fazer presente em todas as etapas da construção e acompanhar as vistorias efetuadas pela FISCALIZAÇÃO, assim como realizar a compatibilização *in loco*, observar e prever eventuais problemas, sendo sempre recomendável que apresente à FISCALIZAÇÃO problemas constatados e suas possíveis soluções.
- d. Todas as ordens de serviço ou comunicações da FISCALIZAÇÃO à CONTRATADA, ou vice-versa, como alterações de materiais, adição ou supressão de serviços, serão transmitidas por escrito, e somente assim produzirão seus efeitos.
- e. Qualquer alteração ou inclusão de serviço que venha acarretar custo para a CONTRATANTE somente será aceita após apresentação de orçamento, e autorizada pela FISCALIZAÇÃO por meio escrito, sob pena de não aceitação em caso de desacordo.
- f. As áreas a serem trabalhadas e as áreas adjacentes, onde houver passagem de materiais e operários, deverão ser protegidas contra possíveis impactos, poeira e respingos. Estas proteções deverão ser instaladas de modo a não deixar marcas ou lesões na superfície do material a ser protegido, não prejudicar a passagem de pessoas ou dificultar o uso das demais dependências do prédio.

2.2. PRAZO DE EXECUÇÃO

O prazo de execução será de 60 dias.

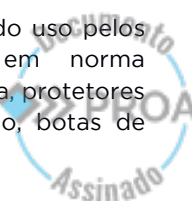
2.3. SEGURANÇA DO TRABALHO

Todo e qualquer serviço realizado deverá obedecer as Normas Regulamentadoras (NRs) do Ministério do Trabalho relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, em especial a *NR-18 - condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção*, e a *NR-10 - segurança em instalações e serviços em eletricidade*.

IMPORTANTE: A FISCALIZAÇÃO poderá paralisar a obra se a CONTRATADA não mantiver suas atividades dentro de padrões de segurança exigidos por lei.

Fica a CONTRATADA responsável pelo fornecimento e manutenção do uso pelos operários de equipamentos de proteção individual estabelecidos em norma regulamentadora do Ministério do Trabalho, tais como: capacetes de segurança, protetores faciais, óculos de segurança contra impactos, luvas e mangas de proteção, botas de

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





24220000008140



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

borrachas, calçados de couro, cintos de segurança, máscaras, avental de raspa de couro e outros que se fizerem necessários.

2.4. TRABALHOS EM ALTURA

Está previsto o uso de estrutura de andaime tipo torre de encaixe e guindastes para os trabalhos em ambiente interno para acesso ao fundo das vigas. Para este recurso, a empresa deverá providenciar, além das 'torres de encaixe', também pranchões de madeira com largura de 30 cm e espessura de 1 pol. para uso como forma de plataforma de trabalho sobre as torres. Considerando que todos os trabalhos acima de 2,0 m de altura do chão são considerados trabalhos em altura, todas as atividades desempenhadas sobre os andaimes nessas condições deverão ser feitas por trabalhadores equipados com cinto de segurança paraquedista com 2 talabartes.

2.5. MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E MÃO DE OBRA

Os Materiais de construção, EPI's, ferramentas e equipamentos a serem usados no projeto deverão atender as especificações, normas técnicas e padrões estabelecidos pelo INMETRO e ABNT, ou quando sem certificações, deverão passar por avaliação prévia do fiscal de obras.

Os materiais de construção, equipamento e ferramentas, dever-se-ão ser usadas e manuseadas com zelo, preconizando o uso racional e evitando desperdícios.

2.6. TRANSPORTE, RECEBIMENTO E GUARDA DE MATERIAIS

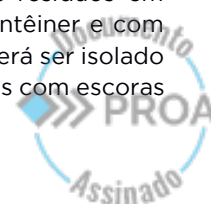
A Contratada responsabilizar-se-á pelo recebimento e conferência dos materiais e equipamentos a serem usados no projeto, conferindo as suas qualidades e quantidades, bem como aferir os prazos de entrega, os quais devem ser compatíveis com o cronograma da obra.

Os materiais e equipamentos deverão ser armazenados em depósitos ou áreas compatíveis, a fim de manter suas integralidades e propriedades, devendo ainda, manter a guarda e controle de suas validades. A contratada será a total responsável pela reposição dos produtos em caso de furto, depredação ou danos, sem haver ônus a contratante.

2.7. LIMPEZA E CONSERVAÇÃO DA OBRA

Compete a empresa construtora os serviços de limpeza geral da obra, objetivando um bom desempenho na execução dos serviços e boa funcionalidade do canteiro de obras, além de proporcionar segurança na circulação. Além disso, deve a contratada, quando em obras que vierem gerar resíduos sólidos de demolição e construção, implantar previamente áreas para depósito de resíduos sólidos da construção civil, seguindo preceitos da norma ABNT NBR 15114, ou na impossibilidade dessa ação, deverá armazenar os resíduos em caçambas estacionárias, sem haver extrapolação do volume indicado no contêiner e com recolhimento assim que estiver cheio. O Depósito de entulhos e materiais deverá ser isolado com pelo menos tela de sinalização de PVC, laranja e branco ou similar, fixadas com escoras e ou sarrafos.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

3. EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Os serviços consistirão em escoramento das lajes existentes para garantia da estabilidade estrutural da edificação durante os procedimentos de intervenção, recuperação estrutural para restituir às seções de concreto armado das vigas danificadas para que fiquem de acordo com a concepção original do projeto, reforço em fibra de carbono para aumento da capacidade resistente da estrutura e laudo de estabilidade estrutural.

Durante o procedimento de recuperação, conforme descrito no item específico, estão previstos etapas de demolição de parte da alvenaria existente, sendo estes os processos que tratam maiores ruídos que poderão interferir no desempenho dos trabalhos prestados departamentos vizinhos às áreas de intervenção. Sendo assim, de forma prévia aos serviços, deverá ser realizado um plano de trabalho em conjunto com os chefes de departamentos que poderão ser afetados pelos trabalhos para minimização dos impactos destas etapas.

3.1. ESCORAMENTO

O escoramento deverá seguir o projeto específico e atender a *NBR 14931 - execução de estruturas de concreto armado, protendido e com fibras - Requisitos*, e da *NBR 15696 - Formas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos*. Deve ser realizado com escoras metálicas reguláveis com capacidade de carga máxima admissível de pelo menos 1300 kgf. Os perfis primários e secundários (guias e travessas) deverão possuir capacidade de carga máxima de pelo menos 190 kgf.m. A retirada total do escoramento deverá ser realizada no mínimo 3 dias após a realização do reforço com tecidos de fibra de carbono, a ordem de retirada deve ser das escoras mais internas para mais externas.

3.2. RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Neste item será descrita a metodologia a ser seguida para realização da recuperação estrutural. A metodologia segue a sequência de etapas prevista no projeto específico de recuperação e reforço estrutural. Cabe ressaltar que preve-se interferência de alvenarias durante a execução dos serviços de recuperação na vigas danificadas 1 e 2, motivo pelo qual está previsto em quantitativo a demolição e reconstrução parcial destas alvenarias (abertura e fechamento de duas janelas de serviço 50x50cm). Também, conforme previsto no projeto de escoramento, o trecho de alvenaria abaixo da viga danificada 2 deverá estar escorado para a realização da citada abertura.



CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS

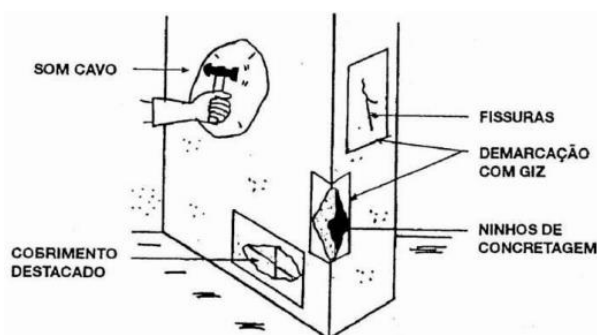


**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

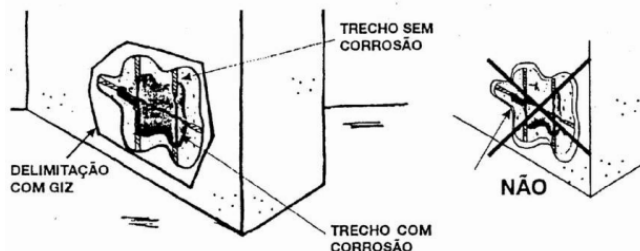
3.2.1. IDENTIFICAÇÃO E PREPARO DA ÁREA DE RECUPERAÇÃO - 1ª ETAPA

Este processo tem por objetivo identificar as áreas que necessitam de recuperação além das regiões danificadas já identificadas, através da identificação do concreto degradado e das armaduras corroídas:

- Localizar e identificar as regiões da estrutura que estejam apresentando manifestações patológicas dispostas no relatório de patologia, através de inspeção visual;



- Demarcação com giz de cera das regiões com anomalias a serem reparadas, criando figuras geométricas (poligonais, com cantos em ângulos iguais ou superiores a 90º) que envolvam com folga estas áreas. Não utilizar demarcações em figuras circulares ou onduladas;



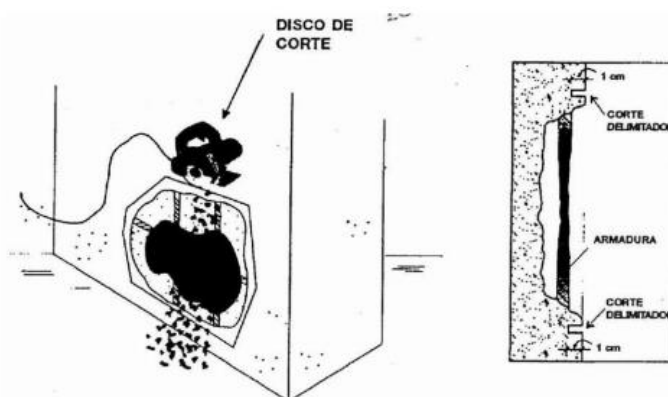
- Delimitação das regiões a serem reparadas com serra elétrica circular dotada de disco de corte diamantado com a profundidade de aproximadamente 1,0 cm;



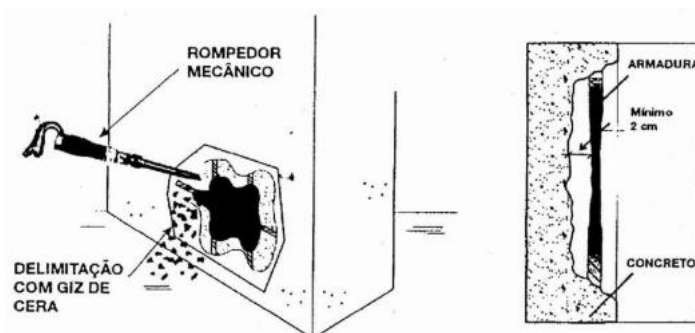
CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**



- Remoção do concreto deteriorado (contaminado, lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado) dentro da área delimitada, até o friso formado pelo disco de corte, através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves de até 6 kg, ou marteletes elétricos), até a permanência apenas de concreto são e a exposição mínima de 10,0 cm de armadura sã (sem corrosão), em cada extremidade do trecho corroído da barra, liberando-a do concreto, em toda a sua superfície (distância mínima ao concreto de 2,0 cm);



- Limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos), através de escovas com cerdas de aço, deixando-as na condição de metal cinza com cor uniforme;
- Caso se verifique em decorrência da oxidação da armadura longitudinal e/ou transversal, uma redução de seção da barra de aço superior a 20% da nominal e/ou redução do diâmetro em 10% em relação a barra original, deverá ser adicionada para reforço outra barra de mesmo tipo e bitola da existente;
- Limpeza das superfícies de aço e concreto, com jato de ar comprimido filtrado (isento de óleos, graxas, água etc.);



CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS

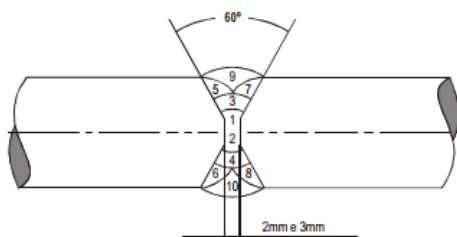


**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

3.2.2. EMENDA COM SOLDA DE TOPO COM ELETRODO - 2ª ETAPA

Este processo tem por objetivo realizar a emenda nas novas armaduras longitudinais com diâmetro acima de 20mm que irão substituir as armaduras que foram cortadas nos trechos danificados. As novas armaduras que serão reconstituídas deverão seguir as mesmas especificações das existentes nos trechos sem danos, informações estas que devem ser conferidas antes do início do trabalho: 2x3 barras de CA-25 com diâmetro de 7/8" e 220cm de comprimento por viga. Por conta da falta de espaço disponível, optou-se pela emenda com solda de topo com eletrodo:

- Regulagem da máquina de solda de acordo com a bitola do material e diâmetro do eletrodo a ser utilizado (recomenda-se 2,5mm de diâmetro do eletrodo, corrente 130-150A, tensão 220V);
- Ponteamento nas extremidades das barras para posicionamento e fixação inicial da emenda;
- Em cada etapa de aplicação do cordão de solda, promover a retirada das carepas e limpeza da região soldada;
- Resfriamento natural e sem controle;

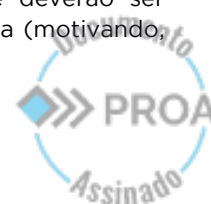


- Para garantir o funcionamento da emenda, deverá ser realizado um ensaio de tração com a extração de um trecho de uma barra existente na viga que deverá ser soldada com a barra nova conforme descrito nas etapas anteriores deste item. O ensaio deverá seguir o prescrito nas normas NBR 7480, NBR 8548 e demais normas correlatas/citadas nestas. A resistência à tração deverá estar próxima à resistência característica:

$$N_{t,k} = A \cdot f_y = 3,91 \text{ cm}^2 \cdot 25 \text{ kN/cm}^2 = 91,75 \text{ kN}$$

- Sendo positivo o resultado do ensaio, deverá ser mantido o mesmo soldador ensaiado para execução de toda obra - ou realizar novo ensaio caso o mesmo seja substituído. A emenda não sendo aprovada no ensaio, a empresa poderá ensaiar outro soldador ou mudar o método de emenda - caso em que deverão ser apresentada a justificativa, detalhes e ensaio do novo tipo de emenda (motivando, inclusive, solicitação de aditivo se for o caso).

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS



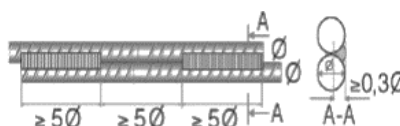


**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

3.2.3. EMENDA COM SOLDA POR TRASPASSE - 3ª ETAPA

Este processo tem por objetivo realizar a emenda nas novas armaduras transversais que irão substituir as armaduras que foram cortadas nos trechos danificados. As novas armaduras que serão reconstituídas deverão seguir as mesmas especificações das existentes nos trechos sem danos, informações estas que devem ser conferidas antes do início do trabalho: 15 barras de CA-25 com diâmetro de 6.3mm e 62cm de comprimento por viga. Por conta da falta de espaço disponível, optou-se pela emenda com solda de topo com eletrodo:

- Regulagem da máquina de solda de acordo com a bitola do material e diâmetro do eletrodo a ser utilizado (recomenda-se 2,0mm de diâmetro do eletrodo, corrente 80A, tensão 220V);
- Posicionar eletrodo na caneta da máquina de solda;
- Limpar as superfícies a serem emendadas com escova de aço;
- Efetuar o contato entre o eletrodo e a superfície a ser soldada, com o objetivo de iniciar a deposição do material;
- Deve ser dado um ponto de solda nas extremidades da superfície a serem emendadas, com o objetivo de posicioná-las e facilitar a execução do cordão de solda;
- O comprimento dos cordões de solda não deverá ser inferior a 5 $\varnothing$, afastados no mínimo a 5 $\varnothing$;
- Após cada etapa de execução de cada cordão de solda, o soldador deverá promover a retirada da carepa e limpeza da região soldada, com escova de aço.

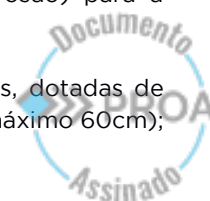


3.2.4. RECOMPOSIÇÃO DE SEÇÕES - 4ª ETAPA

Este processo tem por objetivo reconstituir as seções originais de concreto armado das regiões danificadas:

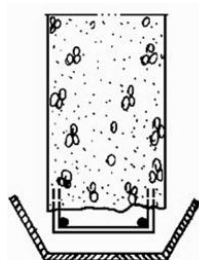
- Aplicação de pintura passivadora nas armaduras (inibidor de corrosão) para a proteção das mesmas na região dos reparos localizados no concreto;
- Montagem de formas lisas (plastificadas), estanques e indeformáveis, dotadas de aberturas (largura mínima 15cm), distribuídos em espaços regulares (máximo 60cm);

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**



- Saturação do substrato de concreto com água limpa, deixando-o na condição de “saturado superfície seca” (poros saturados, sem excesso de água na superfície do concreto);
- Após a saturação do substrato de concreto, aguardar cerca de 30 minutos para evaporação e secagem da superfície e proceder ao lançamento do graute de base cimentícia pré-formulado de elevada fluidez (autonivelante e auto adensável);
- O lançamento do graute deverá ser feito por gravidade e sempre a partir da mesma face da forma (caso em que a forma envolve a peça) evitando-se o aprisionamento do ar e a formação de bolhas internas e vazios nas regiões não preenchidas.
- As propriedades requeridas são: retração compensada, altas resistências mecânicas iniciais e finais, baixa porosidade e baixa permeabilidade (relação água/pó $\leq 0,13$). O material deve ser devidamente misturado e homogeneizado em misturador de ação mecânica ou utilizando-se haste metálica dotada de hélice helicoidal acoplada a uma furadeira de baixa rotação. Seguir orientações de preparo e uso conforme recomendações do fabricante. Recomenda-se utilizar grautes para espessuras de até 300mm. Caso opte-se por grautes que atendam espessuras menores, atentar para procedimentos de camadas e controle conforme orientações do fabricante;
- Imediatamente após a reconstituição das áreas de reparo com graute, promover a cura úmida, ininterrupta, com água limpa, durante 7 (sete) dias;
- Após a cura do graute, remover os cachimbos salientes procedendo ao corte de baixo para cima, utilizando-se disco rígido de corte acoplado a uma politriz elétrica. Evitar o uso de ponteiros manuais ou mecânicos e, caso seja necessário, dar acabamento superficial com argamassa polimérica.

3.2.5. INJEÇÃO DE FISSURAS - 4ª ETAPA

Este processo tem por objetivo reconstituir a capacidade resistente do elemento:

- Abertura de furos ao longo da fissura, em ambos os lados, alternadamente de diâmetro da ordem dos 10mm e não muito profundos (30mm), recomenda-se espaçamento de 250mm.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

- Limpeza da funda ou conjunto de fissuras com ar comprimido, por aplicação de jatos, seguida de aspiração para remoção de partículas soldas, tanto material original como o proveniente da operação de furação;
- Fixação de tubinhos plásticos de diâmetro um pouco inferior ao da furação e que tenha parede pouco espessa, através dos quais será injetado o produto. Executar a fixação com o selante a ser utilizado para selar a fissura entre furos;
- Seguir orientações do fabricante em relação ao selante, atentar sobretudo ao “pot-life”. Selante a ser utilizado deverá ser adequado à espessura das fissuras, resistente à ação de agentes agressivos e possuir aderência às bases. A selagem deverá ser protegida de agressões mecânicas por um período de 12 horas;
- Antes do início da injeção, realizar teste de eficiência do sistema com a aplicação de ar comprimido nos tubos. Os tubos deverão possuir intercomunicação e a selagem deverá ser efetiva (ar saindo apenas pelos demais tubos). Se houver obstrução de um ou mais tubos, será indício de que há necessidade de reduzir-se o espaçamento entre eles, inserindo tubos intermediários;
- Iniciar a injeção da resina, tubo a tubo, sempre com pressão crescente, escolhendo-se normalmente como primeiros pontos aqueles situados em cotas mais baixas;
- O sucesso de cada injeção ocorre com a saída da resina pelo tubo imediatamente a seguir. Então veda-se o tubo que estava sendo injetado, passando a ser injetar no tubo em que houve a saída da resina. Reproducindo esse processo sucessivamente.
- Conservar os tubos plásticos de meio dia a um dia após o término da injeção, quando serão removidos. Promovendo-se a regularização dos locais onde estavam fixados com a própria cola de injeção;
- Características mínimas da resina a ser empregada: Resina epóxi de baixíssima viscosidade e alta resistência, indicada para fissuras e trincas estáticas (0,05 a 6,00 mm) em elementos estruturais de concreto, viscosidade ~205 cps, resistência a compressão (28 dias) $\geq$ 80 Mpa.



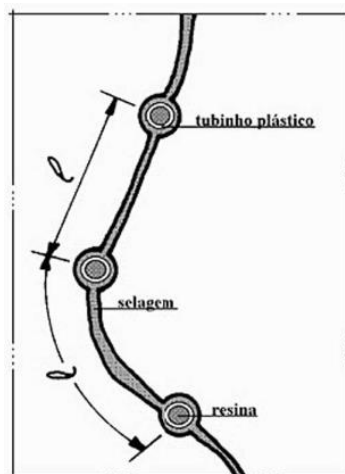
CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS



24220000008140



**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**



3.3. REFORÇO ESTRUTURAL - REFORÇO PARA FLEXÃO E CORTANTE COM TECIDOS DE FIBRA DE CARBONO - 5ª ETAPA

Neste item será abordado o reforço em fibra de carbono previsto p para que os elementos estruturais atendam às solicitações calculadas – ver memorial de cálculo. Optou-se pela realização do reforço com tecidos de fibra de carbono por conta do custo, rapidez na execução, baixo peso próprio e capacidade de atender a elementos com mudança de seção/curvatura – como no presente caso. Ressalta-se que o material empregado deverá ser o da mais alta qualidade e todos os componentes utilizados (primer, epóxi, argamassa de regularização etc) devem fazer parte do mesmo sistema do fabricante para que se tenha uma compatibilidade dos materiais.

3.3.1. PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE PARA RECEBIMENTO DO COMPOSTO

Este processo tem a mais alta importância para o correto funcionamento do reforço, sendo a etapa em que se costuma gastar mais tempo:

- Realizar o desbaste da superfície, cerca de 1 a 2 mm de profundidade, de forma a expor a porosidade da concreto e não apenas um lixamento superficial. Para isso, utilizar um disco de desbaste diamantado de alta qualidade;
- Realizar a limpeza da superfície onde será aderido o sistema composto utilizando lixadeiras, acopladas com aspiradores de pó, que permitem a limpeza sem a contaminação do ambiente. Esta limpeza deve contemplar a remoção de poeira, pó, substâncias oleosas e graxas, partículas sólidas não totalmente aderidas, recobrimentos diversos como pinturas, argamassas, etc. Também deverão ficar totalmente expostas quaisquer brocas ou imperfeições superficiais significativas;

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS

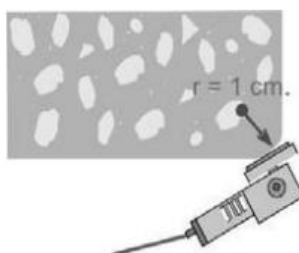




**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**



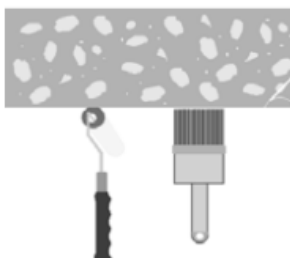
- Arredondamento das quinas envolvidas nessa aplicação, visando com isso evitar concentração de tensões na fibra de carbono e eliminar eventuais “vazios” entre o concreto e o sistema por deficiência na colagem. Esse arredondamento é mostrado na figura. Os cantos rugosos devem ser suavizados com aplicação de massa regularizadora apropriada com acabamento lixado;



- Para que as demais etapas possam ser implantadas, todas as superfícies sobre as quais será implantado o sistema composto deverão estar secas, sem umidade intersticial, uma vez que a presença de água pode inibir a penetração das resinas e reduzir drasticamente a eficiência da ponte de aderência necessária;

3.3.2. PROCEDIMENTOS PRÉVIOS A APLICAÇÃO DA FIBRA CARBONO

- Aplicar o imprimador primário (primer epóxi). Os imprimadores primários têm como objetivo penetrar nos poros do concreto, colmatando-os para que, juntamente com a película aderida à superfície do concreto, seja estabelecida uma ponte de aderência eficiente, sobre a qual será instalado o sistema, conforme mostra a figura;



- Aplicar o regularizador de superfície se for o caso. As massas regularizadoras de superfície são utilizadas para a calafetação e/ou regularização das superfícies de

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

concreto onde serão aplicados os sistemas, garantindo o estabelecimento de uma superfície desempenada contínua. Quanto maior a irregularidade superficial maior será o consumo desse material.

- Corte e imprimação das fibras de carbono. Os tecidos de fibra de carbono serão previamente cortadas em bancadas especialmente montadas para o corte. São utilizados para o corte uma régua metálica, tesoura de aço (para o corte transversal) e faca de corte ou estilete (para o corte longitudinal);



- Cabe ao aplicar definir qual o sistema de saturação será adotado, visto que é uma decisão que depende da mão de obra e que a escolha do procedimento não altera o resultado final: saturação via úmida – nesse caso a fibra de carbono é saturada em bancada – ou saturação via seca – nesse caso a saturação é feita diretamente sobre o concreto da peça a ser reforçada.

3.3.3. APLICAÇÃO DA FIBRA DE CARBONO

- O ferramental para a aplicação das fibras de carbono é bastante comum. São vistos rolos de espuma para espalhar tanto os imprimantes como os saturantes e rolos metálicos que servem para promover o alinhamento das fibras e a rolagem das bolhas de ar que possam estar aprisionadas dentro do sistema composto.



- A colocação da manta de fibra de carbono, independentemente do tipo de imprimação utilizado, deve ser imediata, uma vez que o tempo de aplicação da resina saturante (pot-life) é muito curto, no máximo 25 a 30 minutos. Dentro desse intervalo de tempo ainda é possível se fazer ajustes de alinhamento e prumo das mantas de fibra de carbono para o seu correto posicionamento.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**



- Com relação ao alinhamento das fibras de carbono o ACI Committee 440 estabelece quando da aplicação das mantas que se observe visualmente a orientação das fibras de carbono de modo a que não se permita a ocorrência de ondulações ou desvios de direção maior que um desvio máximo de 5º (87mm/m) da direção especificada no projeto de reforço;
- Para que a manta de fibra de carbono fique perfeitamente aderida ao substrato de concreto é executado imediatamente à colocação da mesma um procedimento para a eliminação das bolhas de ar que tenham ficado aprisionadas na interface desses dois elementos. Esse procedimento é denominado de “rolagem das bolhas de ar” e é feito com a utilização de pequenos roletes de aço denteados que “empurram” as bolhas de ar até a extremidade das mantas, onde finalmente são eliminadas;



3.3.4. SEGUNDA E TERCEIRA CAMADAS DE SATURAÇÃO

- Terminado o posicionamento da manta de fibra de carbono é feita a próxima saturação, por sobre a manta instalada, de modo a garantir que a fibra de carbono esteja totalmente imersa (encapsulada). Normalmente se espera cerca de 30 minutos para essa próxima operação de saturação. Variações de tempo podem ocorrer conforme o sistema composto adotado;
- Estruturalmente, está encerrada a aplicação do sistema composto estruturado com fibras de carbono. Como podem ser necessárias várias camadas de mantas de fibra de carbono para o reforço estrutural da peça essas operações são repetidas sucessivamente para cada camada adicional;

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

- Convêm ressaltar que cada manta exige duas imprimações independentes, não podendo a última camada de imprimação da manta anterior ser utilizada para a colocação da próxima manta.

3.3.5. CONTROLE DE QUALIDADE DO SISTEMA DE FC

- Realizar o teste de vazios para garantir que não houve a formação de bolhas.

3.4. LAUDO DE ESTABILIDADE ESTRUTURAL

Após o término do serviços, a empresa contratada deverá emitir um laudo de estabilidade estrutural assinado e com a respectiva ART paga e assinada comprovando a segurança na utilização de edificação. A empresa contratada assume o compromisso de, caso seja avaliada a necessidade de aditivo contratual (para execução de ensaios complementares, por exemplo) para a elaboração deste laudo, realizar a solicitação de aditivo após o escoramento da estrutura e antes do início da execução das recuperações e reforços.

4. SERVIÇOS FINAIS E EVENTUAIS

Concluídos os serviços, a área da obra deverá ser desativada com a imediata retirada das máquinas, equipamentos, restos de materiais e entulhos em geral, deixando-a perfeitamente limpa e em condições de ser utilizada pela CONTRATANTE.

5. OBSERVAÇÕES FINAIS

As complementações que se fizerem necessárias para viabilizar o projeto deverão sersolicitadas à FISCALIZAÇÃO, antes do início da obra, para análise pelo setor competente.

Todos os materiais empregados na construção do prédio devem estar de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras, para o uso específico.

Porto Alegre, 26 de setembro de 2024.

Eng. Leandro Krupp

ID 4859570/01 - CREA RS 258691

Analista Engenharia - Engenharia Civil

Departamento de Projetos em Prédios Diversos

Secretaria de Obras Públicas / RS

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

**ANEXO I - MEMORIAL DE CÁLCULO REFORÇO À FLEXÃO
MANTA DE FIBRA DE CARBONO - ACI**

Materiais		
f_{ck}	30	MPa
f_{yk}	250	MPa
E_s	210000	MPa
E_{fc}	228000	MPa

Seção da viga		
b_w	15	cm
h	60	cm
d	56	cm
d'	3	cm
d''	4	cm

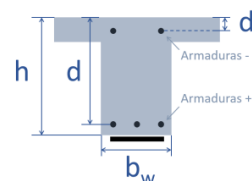
Armadura longitudinal		
Nº barras +	6	
ϕ_l	22,22	mm
Nº barras -	3	
ϕ_r	20	mm
A_s	23,27	cm ²
A'_s	9,42	cm ²

Momento final		
M_d	303,8	kN.m

M_{dg0}	163,8	kN.m
-----------	-------	------

Reforço adotado		
ϵ_{fu}	20	‰
t_f	0,17	mm
w_f	150	mm
n	3	
ψ_f	0,85	

Viga:



Reforço:



1. Capacidade resistente da seção sem reforço

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

$$f_{yd} = 21,74 \text{ kN/cm}^2 \quad \gamma_s = 1,15$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{cd} = 2,14 \text{ kN/cm}^2 \quad \gamma_c = 1,4$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd} - A'_s \cdot f_{yd}}{0,85 \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0,8}$$

$$x = 13,8 \text{ cm}$$

$$F_{c1} = 0,8 \cdot x \cdot b_w \cdot 0,85 \cdot f_{cd}$$

$$F_{c1} = 300,9 \text{ kN}$$



CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

$$F'_{s1} = A'_s \cdot f_{yd} \quad F'_{s1} = 204,9 \quad \text{kN}$$

$$M_{Rd1} = F_{c1} \cdot (d - 0,4 \cdot x) + F'_{s1} \cdot (d - d') \quad M_{Rd1} = 260,5 \quad \text{kNm}$$

2. Verificação da necessidade do reforço

$$M_{Rd} \geq M_{Sd} \quad M_{Sd} = 303,8 \quad \text{kNm}$$

Verificação: Necessita reforço

3. Deformações no estágio 2

$$E_c = 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} \quad E_c = 30672,46 \quad \text{MPa}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_c} \quad \alpha_e = 6,8$$

$$x_{II} = \frac{-(\alpha_e - 1) \cdot A'_s + \alpha_e \cdot A_s + \sqrt{[(\alpha_e - 1) \cdot A'_s + \alpha_e \cdot A_s]^2 - 2 \cdot b_w \cdot [-d' \cdot (\alpha_e - 1) \cdot A'_s - d \cdot \alpha_e \cdot A_s]}}{b_w}$$

$$x_{II} = 23,3 \quad \text{cm}$$

$$I_{II} = \frac{b_w \cdot x_{II}^3}{3} + \alpha_e \cdot A_s \cdot (d - x_{II})^2 + \alpha_e \cdot A'_s \cdot (x_{II} - d')^2$$

$$I_{II} = 260181 \quad \text{cm}^4$$

$$\sigma_s = \frac{\alpha_e \cdot M_{kg0} \cdot (d - x_{II})}{I_{II}} \quad \sigma_s = 101 \quad \text{MPa}$$

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

$$\varepsilon_{s,II} = \frac{\sigma_s}{E_s} \quad \varepsilon_{s,II} = 0,48 \quad \text{‰}$$

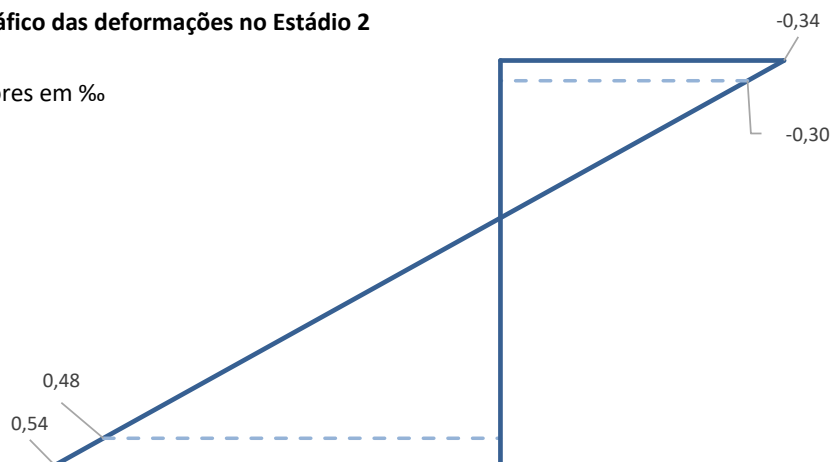
$$\varepsilon_{c,II} = \varepsilon_s \cdot \frac{x_{II}}{d - x_{II}} \quad \varepsilon_{c,II} = 0,34 \quad \text{‰}$$

$$\varepsilon'_{s,II} = \varepsilon_c \cdot \frac{x_{II} - d'}{x_{II}} \quad \varepsilon'_{s,II} = 0,30 \quad \text{‰}$$

$$\varepsilon_{0,II} = \varepsilon_c \cdot \frac{h - x_{II}}{x_{II}} \quad \varepsilon_{0,II} = 0,54 \quad \text{‰}$$

4. Gráfico das deformações no Estádio 2

*Valores em ‰



5. Reforço mínimo necessário

Pelas condições de equilíbrio:

$$\text{Equilíbrio em } F_s: F_{fc} \geq \frac{M_{sd} - F_c \cdot (d - 0,4 \cdot x) - F'_s \cdot (d - d')}{\psi_f \cdot (h - d)}$$

$$\text{Equilíbrio em } F_c: F_{fc} \geq \frac{M_{sd} - F_s \cdot (d - 0,4 \cdot x) - F'_s \cdot (0,4 \cdot x - d')}{\psi_f \cdot (h - 0,4 \cdot x)}$$

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

Com,

$$F_c = 0,8 \cdot x \cdot b_w \cdot 0,85 \cdot f_{cd}$$

$$F'_s = A'_s \cdot f_{yd}$$

$$F_s = A_s \cdot f_{yd}$$

Por iteração, o valor de x (que satisfaz as duas condições de equilíbrio) vale:

$$x = 17,94 \text{ cm}$$

$$F_c = 0,8 \cdot x \cdot b_w \cdot 0,85 \cdot f_{cd}$$

$$F_c = 392,2 \text{ kN}$$

$$F_s = A_s \cdot f_{yd}$$

$$F_s = 505,8 \text{ kN}$$

$$F'_s = A'_s \cdot f_{yd}$$

$$F'_s = 204,9 \text{ kN}$$

Média entre os dois pontos de equilíbrio:

$$F_{fc} = 108,8 \text{ kN}$$

Deformação no reforço:

$$\varepsilon_0 = 3,5 \cdot \frac{h - x}{x}$$

$$\varepsilon_0 = 8,20 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{fc} = \varepsilon_0 - \varepsilon_{0,II}$$

$$\varepsilon_{fc} = 7,67 \text{ ‰}$$

Tensão no reforço

$$\sigma_{fc} = \varepsilon_{fc} \cdot E_{fc}$$

$$\sigma_{fc} = 1748,0 \text{ MPa}$$

Área mínima

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

$$A_{fc} = \frac{F_{fc}}{\sigma_{fc}}$$

$$A_{fc} = 0,62 \text{ cm}^2$$

6. Reforço adotado

$$A_{fc} = n \cdot t_f \cdot w_f$$

$$A_{fc} = 0,77 \text{ cm}^2$$

Posição da linha neutra

Pelo equilíbrio de momentos nos pontos de aplicação de F_c e F_s :

$$x = 18,65 \text{ cm}$$

$$F_c = 0,8 \cdot x \cdot b_w \cdot 0,85 \cdot f_{cd}$$

$$F_c = 407,6 \text{ kN}$$

$$F_s = A_s \cdot f_{yd}$$

$$F_s = 505,8 \text{ kN}$$

$$F'_s = A'_s \cdot f_{yd}$$

$$F'_s = 204,9 \text{ kN}$$

Deformação no reforço:

$$\varepsilon_0 = 3,5 \cdot \frac{h - x}{x}$$

$$\varepsilon_0 = 7,76 \text{ ‰}$$

$$\varepsilon_{fc} = \varepsilon_0 - \varepsilon_{0,II}$$

$$\varepsilon_{fc} = 7,22 \text{ ‰}$$

Tensão no reforço

$$\sigma_{fc} = \varepsilon_{fc} \cdot E_{fc}$$

$$\sigma_{fc} = 1647,0 \text{ MPa}$$

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

Força resultante no reforço

$$F_{fc} = \sigma_{fc} \cdot A_{fc}$$

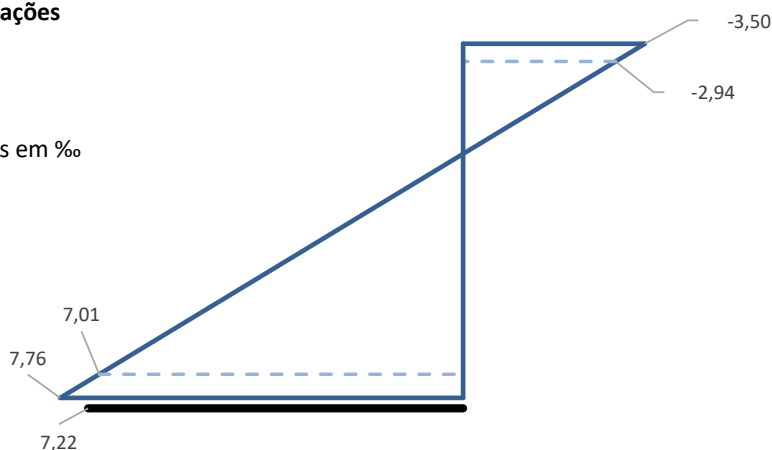
$$F_{fc} = 126,0 \text{ kN}$$

Momento resistente obtido pelo equilíbrio de momentos em Fc e Fs

$$M_{Rd} = 310,8 \text{ kNm}$$

**7.
Deformações
finais**

*Valores em ‰



8. Verificação de descolamento

$$k = n \cdot E_{fc} \cdot t_{fc}$$

$$k = 116280$$

$$k_m = \begin{cases} k \leq 180.000: \frac{1}{60 \cdot \varepsilon_{fu}} \cdot \left(1 - \frac{k}{360.000}\right) \leq 0,90 \\ k > 180.000: \frac{1}{60 \cdot \varepsilon_{fu}} \cdot \left(\frac{90.000}{k}\right) \leq 0,90 \end{cases}$$

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

$$k_m = 0,56$$

$$\varepsilon_{f,limite} = k_m \cdot \varepsilon_{fu}$$

$$\varepsilon_{f,limite} = 11,28 \quad \text{‰}$$

Verificação: OK!

9. Verificação das deformações finais

Garantia de ductibilidade:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_c \cdot \frac{d - x}{x} \geq 0,005$$

$$\varepsilon_s = 7,01 \quad \text{‰}$$

Verificação: OK!

Escoamento da armadura superior:

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$\varepsilon_{yd} = 1,04 \quad \text{‰}$$

$$\varepsilon'_s = \varepsilon_c \cdot \frac{x - d'}{x} \geq \varepsilon_{yd}$$

$$\varepsilon'_s = 2,94 \quad \text{‰}$$

Verificação: OK!

Deformação limite do reforço

$$\varepsilon_{fc} \leq \varepsilon_{fu}$$

Verificação: OK!



CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

**ANEXO II - MEMORIAL DE CÁLCULO REFORÇO AO CISALHAMENTO
MANTA DE FIBRA DE CARBONO - ACI**

Resistências		
f_{ck}	30	MPa
f_{ywk}	250	MPa

Solicitação		
V_{sd}	134,4	kN

Seção da viga		
b_w	15	cm
d	60	cm

Estribos		
ϕ_{sw}	6,3	mm
Ramos	2	
S	20	cm

Reforço		
Env.:	Em U	
E_{fu}	228000	MPa
ϵ_{fu}	20	‰
t_f	0,17	mm
b_f	200	mm
s_f	350	mm
d_{fv}	470	mm
n	1	
θ	45	°
α	0	°

1. Verificação da biela comprimida

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{cd} = 21,4 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{v2} = 1 - \frac{f_{ck}}{250}$$

$$\alpha_{v2} = 0,88$$

$$V_{Rd2,I} = 0,27 \cdot \alpha_{v2} \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd2} = 458,2 \text{ kN}$$

$$V_{sd} \leq V_{Rd2}$$

Verificação: OK!

2. Parcela resistente do concreto

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3}$$

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 - 3º andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

$$f_{ctk,inf} = 0,7 \cdot f_{ctm}$$

$$f_{ctk,inf} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,inf}}{\gamma_c}$$

$$f_{ctd} = 1,4 \text{ MPa}$$

$$V_{cd} = 0,6 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{cd} = 78,2 \text{ kN}$$

3. Parcela resistente do estribo

$$A_{sw} = n \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi_w^2}{4} \right)$$

$$A_{sw} = 0,62 \text{ cm}^2$$

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s}$$

$$f_{ywd} = 217,4 \text{ MPa}$$

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{S} \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{ywd}$$

$$V_{wd} = 36,6 \text{ kN}$$

4. Parcela resistente do reforço

4.1. Área da fibra

$$A_{fv} = 2 \cdot n \cdot t_f \cdot w_f$$

$$A_{fv} = 68 \text{ mm}^2$$

4.2. Deformação da fibra

Para envolvimento completo:

$$\varepsilon_{fe,comp.} = 0,004 \leq 0,75 \cdot \varepsilon_{fu}$$

$$\varepsilon_{fe,comp} = 0,004$$

Envolvimento em U ou lateral:

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA

$$E_{cs} = \left(0,8 + 0,2 \cdot \frac{f_{ck}}{80}\right) 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$E_{cs} = 26838,4 \text{ MPa}$$

$$n_f = \frac{E_f}{E_c}$$

$$n_f = 8,50$$

$$L_e = \frac{23300}{(n_f \cdot t_f \cdot E_f)^{0,58}}$$

$$L_e = 55,9 \text{ mm}$$

$$k_1 = \left(\frac{f_{ck}}{27}\right)^{2/3}$$

$$k_1 = 1,07$$

$$k_{2,U} = \frac{d_{fv} - L_e}{d_{fv}}$$

$$k_{2,U} = 0,88$$

$$k_{2,lateral} = \frac{d_{fv} - 2 \cdot L_e}{d_{fv}}$$

$$k_{2,lat} = 0,76$$

$$\text{Em U} \rightarrow$$

$$k_2 = 0,88$$

$$k_v = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot L_e}{11900 \cdot \varepsilon_{fu}}$$

$$k_v = 0,22$$

$$\varepsilon_{fe,U,lat} = k_v \cdot \varepsilon_{fu} \leq 0,004$$

$$\varepsilon_{fe,U,lat} = 0,004$$

Valor final:

$$\text{Em U} \rightarrow$$

$$\varepsilon_{fe} = 0,004$$

4.3. Tensão efetiva da fibra

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS
DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA SEGURANÇA PÚBLICA**

$$f_{fe} = \varepsilon_{fe} \cdot E_f$$

$$f_{fe} = 912,0 \text{ MPa}$$

4.4. Resistência máxima do reforço

$$V_f \leq 0,66 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot b_w \cdot d - V_s$$

$$V_{fmax} = 288,8 \text{ kN}$$

4.5. Parcela resistente do reforço

$$V_f = \frac{A_{fv} \cdot f_{fe} \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \cdot d_{fv}}{s_f}$$

$$V_f = 83,3 \text{ kN}$$

5. Resistência total da viga ao cisalhamento

$$\psi_f = \begin{cases} \text{Completo: } 0,95 \\ \text{Em U ou lateral: } 0,85 \end{cases}$$

$$\psi_f = 0,85$$

$$V_{Rd} = 0,75 \cdot (V_{cd} + V_{wd} + \psi_f \cdot V_f)$$

$$V_{Rd} = 139,2 \text{ kN}$$

6. Verificação da resistência

$$V_{Sd} \leq V_{Rd}$$

$$V_{Sd} = 134,4 \text{ kN}$$

Verificação: OK!



CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS



24220000008140

Nome do documento: 24-2200-0000814-0-EST-MEMORIAL-R00.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

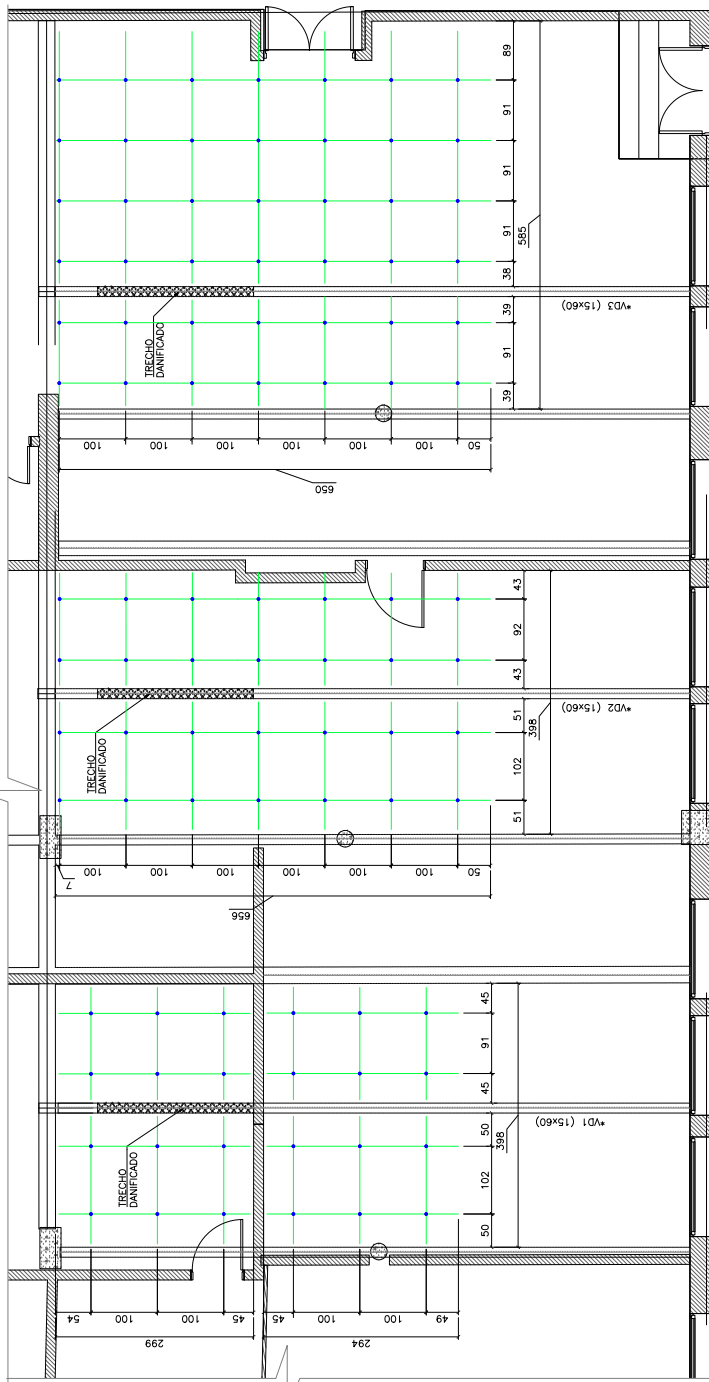
SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 16:33:37





PLANTA BAIXA – LOCAÇÃO DE ESCORAS
ESCALA: 1/50



NOTAS TÉCNICAS – GERAIS:

- 1 – MEDIDAS EM CENTÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO EM CONTRÁRIO. ONDE HOUVER DIVERGÊNCIAS ENTRE MEDIDAS E ESCALA, PREVALECE O VALOR DAS MEDIDAS.
- 2 – AS QUANTIDADES DE MATERIAS CONSTANTES EM CADA PRANCHA SÃO ESTIMADAS, POR SE TRATAR DE REDES A SEREM RECUPERADAS QUE POSSUEM CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS, NÃO SE ENCAIXANDO NAS QUANTIDADES VERIFICADAS PELO RESPONSÁVEL TÉCNICO DA EMPRESA E FISCALIZADAS PELO FISCAL TÉCNICO NOMEADO.
- 3 – DEVERÁ A CONTRATAÇÃO ANTES DA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS, LEVANTAR AS POSSÍVEIS DÍVIDAS DO PROJETO, TODAS AS MEDIDAS, ELEVACOES, DIMENSÕES E COORDENADAS DEVERÃO SER VERIFICADAS E CONFIRMADAS NO LOCAL E, HAVENDO DIVERGÊNCIAS, ESCLARECER E DEFINIR COM A FISCALIZAÇÃO.
- 4 – QUALQUER MODIFICAÇÃO OU DÍVIDA DEVERÁ SER IMEDIATAMENTE COMUNICADA POR ESCRITO AO PROJETISTA ESTRUTURAL.
- 5 – MODIFICAÇÕES NESTE PROJETO E SUA UTILIZAÇÃO EM OBRA DIVERSA DA ESPECIFICADA SUJETARÁ OS RESPONSÁVEIS AS PENAS DA LEGISLAÇÃO VIGENTE.
- 6 – O MEMORIAL DESCRITIVO É PARTE INTEGRANTE DO PROJETO. E OBRIGATORIA A SUAS ATUALIZAÇÕES E O CONFRONTAMENTO DOS PROCEDIMENTOS ADOPTADOS NESTE DOCUMENTO.
- 7 – O PRESENTE PROJETO CONSIDEROU O ENSAIO DE ESCLEROMETRIA REALIZADO PELA EMPRESA ELEMENTAL ENGENHARIA E ARQUITETURA NO DIA 23/11/23 E QUE CONSTA COMO ANEXO NO MEMORIAL DESCRITIVO.
- 8 – CONFORME FICOU ESTABELECIDO EM REUNIO COM A ASSESSORIA DE ENGENHARIA DA PC, O USO PARA A REGAO ACIMA DAS VIGAS EM QUESTAO SERA DE SALA DE USO GERAL PARA ESCRITORIOS – CARGA DE 2.5 kN/m² PELA NBR 6120:2019.

TODAS AS MEDIDAS E NIVEIS DEVERAO SER CONFIRMADAS NO LOCAL.

PROJ	EMISSAO_01	RESP_01
PROJ	EMISSAO_02	RESP_02
PROJ	20/09/24	LK
REVISAO	ALTERACOES	EMISSAO
		RESPONSAVEL

PROJETO RECUPERAÇÃO/REFORÇO - VIGAS DANIFICADAS



SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS

DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

DIRETORIA CAMILA DO RIO MARTINS

DIVISÃO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DIVERSOS

RESPONSÁVEL TÉCNICO: ARQ. RAQUEL GREVE

LEANDRO KRUPP - OREA RS258691

ÁREA 323 m²

MUNICÍPIO PORTO ALEGRE - RS

PROJETO ASSUNTO

ESTRUTURAL

LOCALIZAÇÃO DE ESCORAS

PLANTA BAIXA

EST-02/03

ESCALA INDICADA

DATA: 20/09/2024

NOME ARQUIVO

24-2200-0000814-0-EST-REF-02-R00

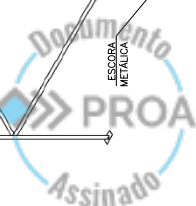
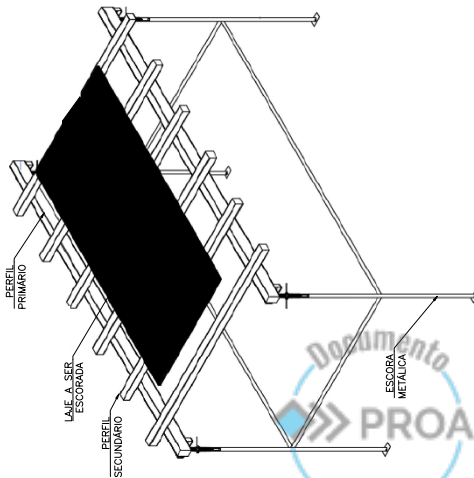
LEGENDA

- Escora metálica
- Altura máxima 3,50m
- Carga máxima admissível $\geq 1300\text{kgf}$
- Perfil primário=secundário
- VM8 – 80mm – 200 – 190kgf/m
- V73 – 80mm – 200kgf/m
- Momento máximo admissível $\geq 190\text{kgf.m}$

*V0 – VIGA DANIFICADA

ÁREA TOTAL A SER ESCORADA=65,47m²

QUANTITATIVO ESCORAMENTO			
MATERIAL	QUANTIDADE	UN	
ESCORAS METÁLICAS	94	un	
VM8 – 200	171	m	





24220000008140

Nome do documento: 24-2200-0000814-0-EST-REF-02-R00.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 16:09:31





24220000008140

Nome do documento: 24-2200-0000814-0-EST-REF-03-R00.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

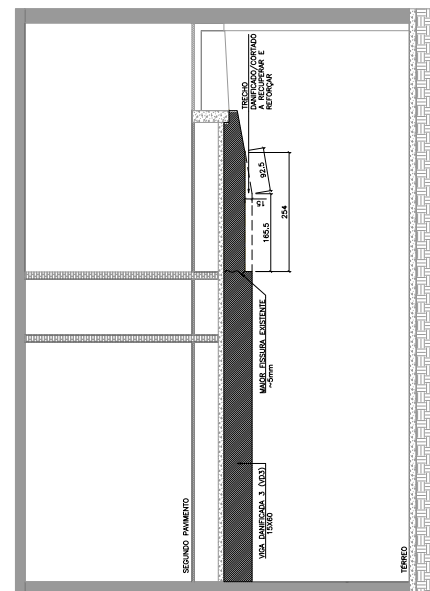
SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 16:08:49



[illegible]

INDICADA	25/09/2024	
NOME ARQUIVO		
24-2200-0000814-0-EST-REF-01-R00		





24220000008140

Nome do documento: 24-2200-0000814-0-EST-REF-01-R00.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

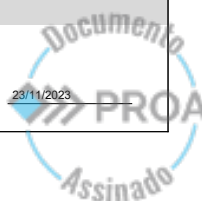
SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 16:08:43





Elementhal ENGENHARIA ARQUITETURA MEIO AMBIENTE	Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - NBR 7584		Nº BOLETIM		P01159.1																	
			DATA		23/11/2023																	
			DIA DA SEMANA		S	T	Q	Q	S	S	D											
1 - INFORMAÇÕES DA OBRA																						
CLIENTE		POLÍCIA CIVIL – RS																				
OBRA		PALÁCIO DA POLÍCIA																				
ELEVÇÃO / BLOCO		Térreo																				
ENDEREÇO		Avenida João Pessoa, 2050, Porto Alegre, RS																				
RESPONSÁVEL		Fiscal do Contrato – Andressa Mendes de Almeida																				
2 - CONSIDERAÇÕES PARA ENSAIO e PROCEDIMENTOS (check List)																						
ok		As superfícies devem estar secas ao ar e planas																				
ok		Ensaiair em regiões onde não tenham sido utilizadas formas absorventes																				
ok		Não executar em regiões com concreto segregado, afetadas por exsudação, com concentração de armaduras ou próximas a juntas e cantos																				
Parcial		Evitar superfícies úmidas ou com carbonatadas																				
ok		Realizar polimento das superfícies antes do ensaio																				
ok		Espessura mínima 100mm na direção do impacto																				
ok		Aferição do esclerômetro - A cada 300 golpes																				
3 - INFORMAÇÕES DO ENSAIO																						
				ELEMENTO		Viga V8																
				ESPESSURA - Sentido do impacto (cm)		15 cm																
				POSIÇÃO DO ESCLERÔMETRO		horizontal																
				ESPESSURA DE COBRIMENTO ARMADURA		Inexistente no ponto																
				TEMPO DE CONCRETAGEM (MESES)		> 480 meses																
				ESPESSURA DA CARBONATAÇÃO		>6mm																
				RESISTÊNCIA NOMINAL DO CONCRETO MPa)		não informada																
				MODELO DO ESCLERÔMETRO		HT 225																
				DATA DE AFERIÇÃO		13/1/2023																
				TÉCNICO		Engº Rômulo Neckel																
DATA DO ENSAIO		23/11/2023																				
4 - DADOS DO ENSAIO																						
IMPACTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	IE	Limite 10%		K	IE méd. efet.	MPa
VALORES MEDIDOS	53	56	52	41	52	52	58	41	48	50	51	52	52	55	52	52		Inf.	Sup.			
CORREÇÃO Fator Tempo	40,5	42,8	39,8	31,4	39,8	39,8	44,4	31,4	36,7	38,3	39	39,8	39,8	42,1	39,8	39,8	39,1	35,168	42,983	0,9938	38,83	32,5605
1ª RETIRADA DE PONTOS (10%)	40,5	42,8	39,8		39,8	39,8		31,4	36,7	38,3	39	39,8	39,8	42,1	39,8	39,8	39,243	35,319	43,167	0,9938	39	32,8067
2ª RETIRADA DE PONTOS (10%)	40,5	42,8	39,8		39,8	39,8		31,4	36,7	38,3	39	39,8	39,8	42,1	39,8	39,8	39,243	35,319	43,167	0,9938	39	32,8067
RESULTADO FINAL 32,81 Mpa																						
5 - OBSERVAÇÕES																						
Ensaio realizado de acordo com ABNT NBR 7584:2012																						
6 - EXECUÇÃO E RESPONSABILIDADE																						
TÉCNICO		Eng.º Rômulo Neckel				Ass:				Data:		23/11/2023										
		CREA-RS 124558																				





24220000008140

Elementhal ENGENHARIA ARQUITETURA MEIO AMBIENTE	Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - NBR 7584		Nº BOLETIM		P01159.2																	
			DATA		23/11/2023																	
			DIA DA SEMANA		S	T	Q	Q	S	S	D											
1 - INFORMAÇÕES DA OBRA																						
CLIENTE		POLÍCIA CIVIL – RS																				
OBRA		PALÁCIO DA POLÍCIA																				
ELEVÇÃO / BLOCO		Térreo																				
ENDEREÇO		Avenida João Pessoa, 2050, Porto Alegre, RS																				
RESPONSÁVEL		Fiscal do Contrato – Andressa Mendes de Almeida																				
2 - CONSIDERAÇÕES PARA ENSAIO e PROCEDIMENTOS (check List)																						
ok		As superfícies devem estar secas ao ar e planas																				
ok		Ensaiair em regiões onde não tenham sido utilizadas formas absorventes																				
ok		Não executar em regiões com concreto segregado, afetadas por exsudação, com concentração de armaduras ou próximas a juntas e cantos																				
Parcial		Evitar superfícies úmidas ou com carbonatadas																				
ok		Realizar polimento das superfícies antes do ensaio																				
ok		Espessura mínima 100mm na direção do impacto																				
ok		Aferição do esclerômetro - A cada 300 golpes																				
3 - INFORMAÇÕES DO ENSAIO																						
Aresta				ELEMENTO		Viga V11																
				ESPESSURA - Sentido do impacto (cm)		15 cm																
				POSIÇÃO DO ESCLERÔMETRO		horizontal																
				ESPESSURA DE COBRIMENTO ARMADURA		Inexistente no ponto																
				TEMPO DE CONCRETAGEM (MESES)		> 480 meses																
				ESPESSURA DA CARBONATAÇÃO		>6mm																
				RESISTÊNCIA NOMINAL DO CONCRETO MPa)		não informada																
				MODELO DO ESCLERÔMETRO		HT 225																
				DATA DE AFERIÇÃO		13/1/2023																
				TÉCNICO		Engº Rômulo Neckel																
DATA DO ENSAIO		23/11/2023																				
4 - DADOS DO ENSAIO																						
IMPACTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	IE	Limite 10%		K	IE méd. efet.	MPa
VALORES MEDIDOS	56	50	56	55	45	53	56	51	52	57	41	51	53	54	48	50		Inf.	Sup.			
CORREÇÃO Fator Tempo	42,8	38,3	42,8	42,1	34,4	40,5	42,8	39	39,8	43,6	31,4	39	40,5	41,3	36,7	38,3	39,6	35,623	43,539	0,9938	39,34	33,3044
1ª RETIRADA DE PONTOS (10%)	42,8	38,3	42,8	42,1		40,5	42,8	39	39,8			39	40,5	41,3	36,7	38,3	40,3	36,27	44,33	0,9938	40,05	34,367
2ª RETIRADA DE PONTOS (10%)	42,8	38,3	42,8	42,1		40,5	42,8	39	39,8			39	40,5	41,3	36,7	38,3	40,3	36,27	44,33	0,9938	40,05	34,367
RESULTADO FINAL 34,37 Mpa																						
5 - OBSERVAÇÕES																						
Ensaio realizado de acordo com ABNT NBR 7584:2012																						
6 - EXECUÇÃO E RESPONSABILIDADE																						
TÉCNICO		Eng.º Rômulo Neckel				Ass:				Data: 23/11/2023												
		CREA-RS 124558																				





24220000008140

Nome do documento: P01159 An III Esclerometria.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

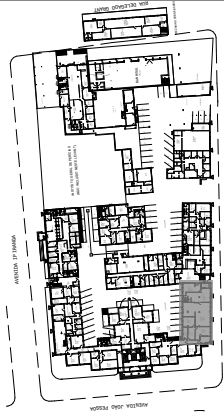
SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 17:00:14





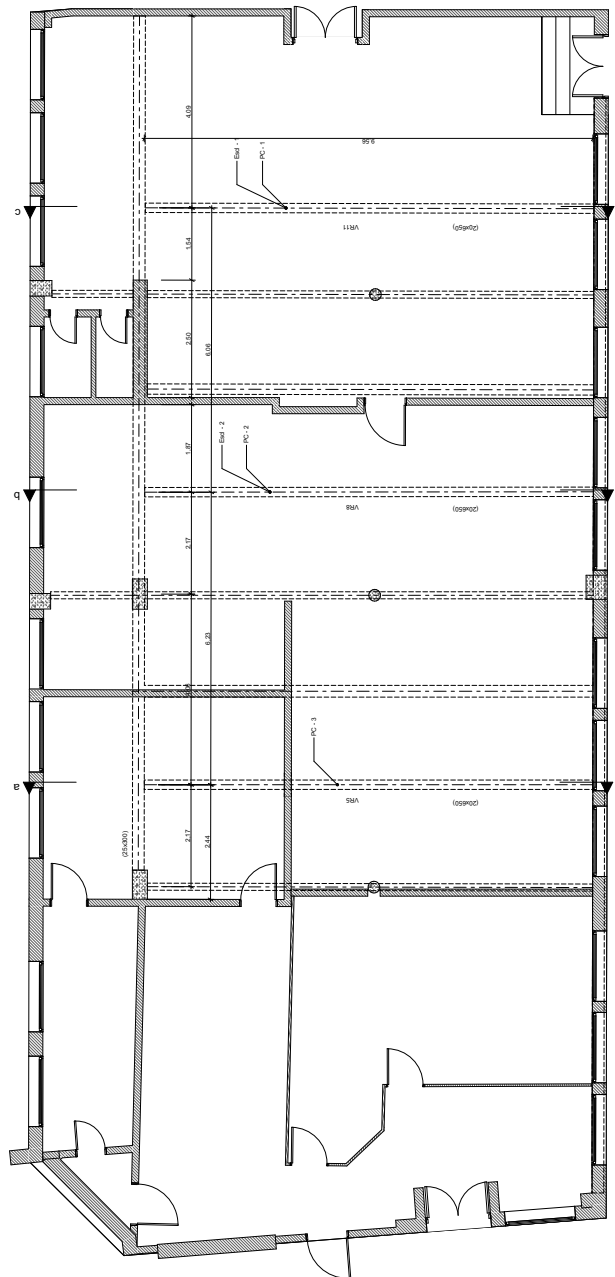
24220000008140



Localização

Nota

Eng. Elementhal
Pc - Plomênia



Pavimento Térreo



Elementhal
ENGENHARIA ARQUITETURA MEIOAMBIENTE

AV. INDEPENDÊNCIA, 905 - SALA 910 - INDEPENDÊNCIA - PORTO ALEGRE/RS - CEP 90034-072
FONE (51) 3414-9025

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DO PALÁCIO DA POLÍCIA CIVIL

CLIENTE: SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

OBJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO

PROJETO: PROJETO DE RECUPERAÇÃO E RECONSTRUÇÃO DO BLOCO DE BLOCOS DE CONCRETO



24220000008140

Nome do documento: P01159 An III Posicao Ensaio.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 17:00:24





	RELATÓRIO DE ENSAIO Verificação da profundidade do cobrimento das armaduras em peças estruturais de concreto		Identificação PC-01

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: **Pc 01159/2023** Data do Ensaio: 23/11/2023 Data Emissão: 23/11/2023

Material: **Peças de concreto**

Ensaio: **Pacometria**

Dados do cliente:

Cliente: Polícia Civil / RS Proposta nº

Obra: Palácio da Polícia

Endereço: Avenida João Pessoa, 2050, Porto Alegre/RS

Identificação da amostra:

Referências Normativas: NBR6118/2023

Peça ensaiada: Viga V5 Local da peça: Face 1

Idade da peça (dias): 70 anos Cobrimento de projeto: não informado

Posição do equipamento: horizontal Equipamento/Marca/Modelo PROFOSCOPI/PROSEQ/PS02

Resistência da peça (Mpa): não informado

Temperatura/Umidade: 24°/80%

Metodologia de trabalho – Inspeção

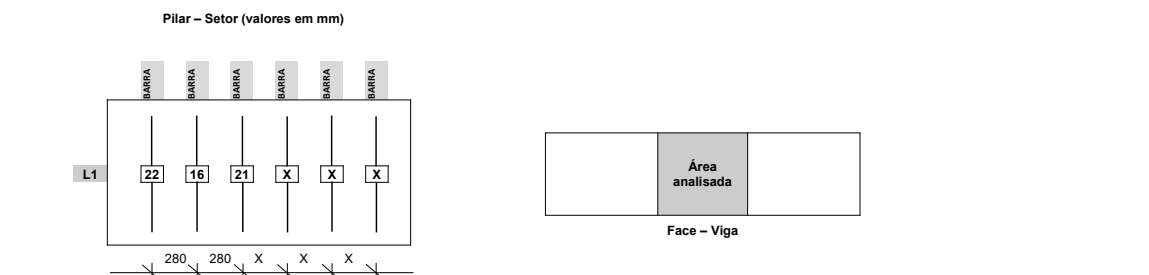
- Para a verificação do cobrimento da armação nas peças analisadas será considerado um enquadramento padrão para cada elemento estrutural seguindo as dimensões abaixo:
- Para os pilares e vigas será escaneado levando em consideração uma das dimensões de sua seção e 1,2 mts para a outra dimensão (como por exemplo no pilar - comprimento da seção x Altura 1,2 mt);
 - Os blocos, lajes e demais (peças com volumes geométricos grandes) será considerado um enquadramento de 1,5 mts x 1,00 mts (1,5 m²) de varredura para cada face analisada.
 - Serão realizadas neste enquadramento 3 leituras em cada barra encontrada com o intuito de verificar o comportamento da profundidade.
 - Para a verificação do cobrimento da armação nas peças analisadas será considerado um enquadramento padrão para cada elemento estrutural seguindo as dimensões abaixo:
 - Para os pilares e vigas será escaneado levando em consideração uma das dimensões de sua seção e 1,2 mts para a outra dimensão (como por exemplo no pilar - comprimento da seção x Altura 1,2 mt);
 - Os blocos, lajes e demais (peças com volumes geométricos grandes) será considerado um enquadramento de 1,5 mts x 1,00 mts (1,5 m²) de varredura para cada face analisada.
 - Serão realizadas neste enquadramento 3 leituras em cada barra encontrada com o intuito de verificar o comportamento da profundidade.

Inspeção – Leituras realizadas

Leitura	Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	Barra 5	Barra 6
L1 (mm)	22	16	21	X	X	X

Resultados		
Leitura mínima (mm)	Lmi	16
Leitura máxima (mm)	Lmax	22
Leitura média (mm)	Pm	18,5

Crôqui do elemento inspecionado – cota de profundidade



Observações:

Um dos critérios normativos ligados à durabilidade diz respeito ao cobrimento das armaduras, disposto no item 7.4.7 da NBR 6118:2014, que é definido em função das condições de exposição da estrutura. O item 7.4.7.2 prescreve que seja respeitado um cobrimento nominal (cobrimento mínimo + tolerância de execução Δc) determinado na tabela 7.2 (ao lado) em função da classe de agressividade ambiental. Porém, permite-se reduzir a tolerância de execução para Δc=5mm quando houver um adequado controle de qualidade, rígidos limites de tolerância durante a execução e estiver explícito, nos desenhos do projeto, esta exigência de controle rigoroso. Assim, nestes casos permite-se a redução em 5mm dos cobrimentos da tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

c) comentário nominal para as =					
Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos adifícios e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de efluentes, canalizações de efluentes e outras obras em ambientes químicos e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

- Considerações:**
1. Os resultados obtidos das leituras e a área do enquadramento realizado sugere o comportamento das profundidades das barras (estribos) do elemento estrutural, não eliminando uma possível varredura no todo da peça. Foi considerado neste relatório a profundidade do estribo pois estão mais próximos do recobrimento da peça.
 2. A reprodução deste relatório só está autorizada na forma de uma reprodução integral;
 3. A ELEMENTHAL ENGENHARIA garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
 4. Os resultados individuais apresentados não são conclusivos, deverá ser analisados com os critérios de projeto e conforme NBR 6118/2023.

Equipe Técnica	
TÉCNICO Eng.º Rômulo Neckel CREA-RS 124558	Ass: Data: 23/11/23



RELATÓRIO DE ENSAIO

Verificação da profundidade do cobrimento das armaduras em peças estruturais de concreto

Identificação
PC-02

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº: Pc 01159/2023

Data do Ensaio: 23/11/2023

Data Emissão: 23/11/2023

Material: Peças de concreto

Ensaio: Pacometria

Dados do cliente:

Cliente: Polícia Civil / RS

Proposta nº

Obra: Palácio da Polícia

Endereço: Avenida João Pessoa, 2050, Porto Alegre/RS

Identificação da amostra:

Referências Normativas: NBR6118/2023

Peça ensaiada: Viga V8

Local da peça: Face 1

Idade da peça (dias): 70 anos

Cobrimento de projeto: não informado

Posição do equipamento: horizontal

Equipamento/Marca/Modelo PROFOSCOPI/PROSEQ/PS02

Resistência da peça (Mpa): não informado

Temperatura/Umidade: 24°/80%

Metodologia de trabalho – Inspeção

- Para a verificação do cobrimento da armação nas peças analisadas será considerado um enquadramento padrão para cada elemento estrutural seguindo as dimensões abaixo:
- Para os pilares e vigas será escaneado levando em consideração uma das dimensões de sua seção e 1,2 mts para a outra dimensão (como por exemplo no pilar - comprimento da seção x Altura 1,2 mt);
 - Os blocos, lajes e demais (peças com volumes geométricos grandes) será considerado um enquadramento de 1,5 mts x 1,00 mts (1,5 m²) de varredura para cada face analisada.
 - Serão realizadas neste enquadramento 3 leituras em cada barra encontrada com o intuito de verificar o comportamento da profundidade.
- Para a verificação do cobrimento da armação nas peças analisadas será considerado um enquadramento padrão para cada elemento estrutural seguindo as dimensões abaixo:
- Para os pilares e vigas será escaneado levando em consideração uma das dimensões de sua seção e 1,2 mts para a outra dimensão (como por exemplo no pilar - comprimento da seção x Altura 1,2 mt);
 - Os blocos, lajes e demais (peças com volumes geométricos grandes) será considerado um enquadramento de 1,5 mts x 1,00 mts (1,5 m²) de varredura para cada face analisada.
 - Serão realizadas neste enquadramento 3 leituras em cada barra encontrada com o intuito de verificar o comportamento da profundidade.

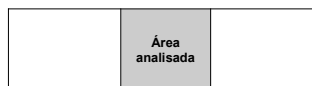
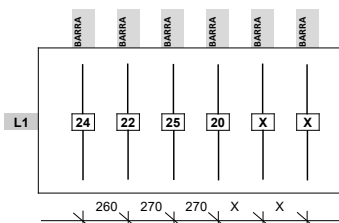
Inspeção – Leituras realizadas

Leitura	Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	Barra 5	Barra 6
L1 (mm)	24	22	25	20	X	X

Resultados		
Leitura mínima (mm)	Lmi	20
Leitura máxima (mm)	Lmax	25
Leitura média (mm)	Pm	22,5

Corqui do elemento inspecionado – cota de profundidade

Pilar – Setor (valores em mm)



Face – Viga

Observações:

Um dos critérios normativos ligados à durabilidade diz respeito ao cobrimento das armaduras, disposto no item 7.4.7 da NBR 6118:2014, que é definido em função das condições de exposição da estrutura. O item 7.4.7.2 prescreve que seja respeitado um cobrimento nominal (cobrimento mínimo + tolerância de execução Δc) determinado na tabela 7.2 (ao lado) em função da classe de agressividade ambiental. Porém, permite-se reduzir a tolerância de execução para Δc=5mm quando houver um adequado controle de qualidade, rígidos limites de tolerância durante a execução e estiver explícito, nos desenhos do projeto, esta exigência de controle rigoroso. Assim, nestes casos permite-se a redução em 5mm dos cobrimentos da tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

o cobrimento nominal para Δc = 10 mm					
Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos aditivos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de efluentes, canalizações de efluentes e outras obras em ambientes químicos e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Considerações:

1. Os resultados obtidos das leituras e a área do enquadramento realizado sugere o comportamento das profundidades das barras (estribos) do elemento estrutural, não eliminando uma possível varredura no todo da peça. Foi considerado neste relatório a profundidade do estribo pois estão mais próximos do recobrimento da peça.
2. A reprodução deste relatório só está autorizada na forma de uma reprodução integral;
3. A ELEMENTHAL ENGENHARIA garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
4. Os resultados individuais apresentados não são conclusivos, deverá ser analisados com os critérios de projeto e conforme NBR 6118/2023.

Equipe Técnica

TÉCNICO

Eng.º Rômulo Neckel

Ass:

Data:

23/11/23

CREA-RS 124558



RELATÓRIO DE ENSAIO

Verificação da profundidade do cobrimento das armaduras em peças estruturais de concreto

Identificação
PC-03

RELATÓRIO DE ENSAIO N°: Pc 01159/2023

Data do Ensaio: 23/11/2023

Data Emissão: 23/11/2023

Material: Peças de concreto

Ensaio: Pacometria

Dados do cliente:

Cliente: Polícia Civil / RS

Proposta n°

Obra: Palácio da Polícia

Endereço: Avenida João Pessoa, 2050, Porto Alegre/RS

Identificação da amostra:

Referências Normativas: NBR6118/2023

Peça ensaiada: Viga V11

Local da peça: Face 1

Idade da peça (dias): 70 anos

Cobrimento de projeto: não informado

Posição do equipamento: horizontal

Equipamento/Marca/Modelo PROFOSCOPI/PROSEQ/PS02

Resistência da peça (Mpa): não informado

Temperatura/Umidade: 24°/80%

Metodologia de trabalho – Inspeção

- Para a verificação do cobrimento da armação nas peças analisadas será considerado um enquadramento padrão para cada elemento estrutural seguindo as dimensões abaixo:
- Para os pilares e vigas será escaneado levando em consideração uma das dimensões de sua seção e 1,2 mts para a outra dimensão (como por exemplo no pilar - comprimento da seção x Altura 1,2 mt);
 - Os blocos, lajes e demais (peças com volumes geométricos grandes) será considerado um enquadramento de 1,5 mts x 1,00 mts (1,5 m²) de varredura para cada face analisada.
 - Serão realizadas neste enquadramento 3 leituras em cada barra encontrada com o intuito de verificar o comportamento da profundidade.
- Para a verificação do cobrimento da armação nas peças analisadas será considerado um enquadramento padrão para cada elemento estrutural seguindo as dimensões abaixo:
- Para os pilares e vigas será escaneado levando em consideração uma das dimensões de sua seção e 1,2 mts para a outra dimensão (como por exemplo no pilar - comprimento da seção x Altura 1,2 mt);
 - Os blocos, lajes e demais (peças com volumes geométricos grandes) será considerado um enquadramento de 1,5 mts x 1,00 mts (1,5 m²) de varredura para cada face analisada.
 - Serão realizadas neste enquadramento 3 leituras em cada barra encontrada com o intuito de verificar o comportamento da profundidade.

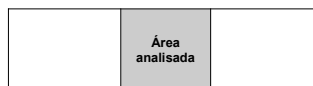
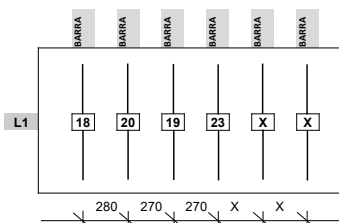
Inspeção – Leituras realizadas

Leitura	Barra 1	Barra 2	Barra 3	Barra 4	Barra 5	Barra 6
L1 (mm)	18	20	19	23	X	X

Resultados		
Leitura mínima (mm)	Lmi	18
Leitura máxima (mm)	Lmax	23
Leitura média (mm)	Pm	20,5

Corqui do elemento inspecionado – cota de profundidade

Pilar – Setor (valores em mm)



Face – Viga

Observações:

Um dos critérios normativos ligados à durabilidade diz respeito ao cobrimento das armaduras, disposto no item 7.4.7 da NBR 6118:2014, que é definido em função das condições de exposição da estrutura. O item 7.4.7.2 prescreve que seja respeitado um cobrimento nominal (cobrimento mínimo + tolerância de execução Δc) determinado na tabela 7.2 (ao lado) em função da classe de agressividade ambiental. Porém, permite-se reduzir a tolerância de execução para Δc=5mm quando houver um adequado controle de qualidade, rígidos limites de tolerância durante a execução e estiver explícito, nos desenhos do projeto, esta exigência de controle rigoroso. Assim, nestes casos permite-se a redução em 5mm dos cobrimentos da tabela 7.2.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para Δc = 10 mm

c) comentário: não se aplica se o elemento for					
Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga/pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos esmaltados e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de efluentes, canalizações de efluentes e outras obras em ambientes químicos e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

Considerações:

1. Os resultados obtidos da leitura e a área do enquadramento realizado sugere o comportamento das profundidades das barras (estribos) do elemento estrutural, não eliminando uma possível varredura no todo da peça. Foi considerado neste relatório a profundidade do estribo pois estão mais próximos do recobrimento da peça.
2. A reprodução deste relatório só está autorizada na forma de uma reprodução integral;
3. A ELEMENTHAL ENGENHARIA garante a confiabilidade dos resultados contidos no presente relatório de ensaio.
4. Os resultados individuais apresentados não são conclusivos, deverá ser analisados com os critérios de projeto e conforme NBR 6118/2023.

Equipe Técnica

TÉCNICO

Eng.º Rômulo Neckel

Ass:

Data:

23/11/23

CREA-RS 124558



24220000008140

Nome do documento: P01159 An III Boletim Pacometria.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Leandro Krupp

SOP / SPDIVERSOS / 485957001

27/09/2024 17:00:19

