

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Luiz Fernando Dall'Onder

**DIRETRIZES PARA A EXECUÇÃO DE PROJETO DE
REFORÇO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO
ARMADO COM CHAPA COLADA**

Porto Alegre

Mai 2021

LUIZ FERNANDO DALL'ONDER

**DIRETRIZES PARA A EXECUÇÃO DE PROJETO DE
REFORÇO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO
ARMADO COM CHAPA COLADA**

Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil
da Escola de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do
título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Ângela Gaio Graeff

Porto Alegre

Mai 2021

LUIZ FERNANDO DALL'ONDER

**DIRETRIZES PARA A EXECUÇÃO DE PROJETO DE
REFORÇO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO
ARMADO COM CHAPA COLADA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, maio de 2021

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ângela Gaio Graeff (UFRGS)

PhD pela Universidade de Sheffield

Orientadora

Profa. Vanessa Fátima Pasa Dutra (UFRGS)

Dra. pela Universidade do Rio Grande do Sul

Profa. Paula Manica Lazzari (UFRGS)

Dra. pela Universidade do Rio Grande do Sul

**“As dificuldades são o aço estrutural que entra na
construção do caráter”**

Carlos Drummond de Andrade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus pela oportunidade de estar vivenciando este momento, a minha família pelo amor e apoio incondicional, aos meus amigos da faculdade por tornar estes anos inesquecíveis e a orientadora Angela Gaio Graeff pelo conhecimento, disponibilidade e ajuda para concluir este trabalho.

DIRETRIZES PARA A EXECUÇÃO DE PROJETO DE REFORÇO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO COM CHAPA COLADA

Resumo

Este trabalho apresenta diretrizes para a formulação de um projeto de reforço estrutural pela técnica da chapa colada em uma estrutura de concreto armado. Inicia-se pela apresentação dos materiais necessários para o reforço, detalhando as características relevantes para sua correta especificação. Posteriormente, são discriminadas as etapas construtivas do reforço, demonstrando os procedimentos que devem ser seguidos para tornar cada etapa da execução do reforço bem sucedida. Finaliza-se abordando os componentes que devem estar presentes nas plantas do projeto baseado nas prescrições das normas de engenharia da ABNT e do senso crítico do autor, exemplificando todo esse processo por meio de sua aplicação na formulação de um projeto de reforço estrutural.

Abstract

This work presents the guidelines for the basis of a structural reinforcement Project using the technique of glued sheet on a concrete reinforcement structure. The initiation is by presenting the discontinuous materials for reinforcement, detailing the relevant characteristics for its correct specification. Subsequently, they are broken down as a constructive reinforcement steps, demonstrating the procedures that must be followed to make each step of the reinforcement execution well placed. It ends by addressing the component that must be present in the design plans based on the prescriptions of the ABNT engineering standards and the author's critical right, exemplifying this whole process through its design application in the information of a structural reinforcement.

Palavras-chave: chapa colada; reforço estrutural; projeto de engenharia; concreto armado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espessura da camada de resina e correspondente tensão de tração	11
Figura 2 – Croqui da região reforçada.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - A.1 - Aços especificados por Normas Brasileiras para uso estrutural	4
Tabela 2 - A.2 – Aços de uso frequente pela ASTM para uso estrutural	5
Tabela 3 - A.3 – Materiais usados em parafusos	7
Tabela 4 - Duração de diferentes tintas frente à corrosão	9
Tabela 5 - Exemplo de tabela com propriedades para a cola epóxi.....	15
Tabela 6 - Exemplo de tabela com propriedades para a chapa de aço	15
Tabela 7 - Exemplo de tabela com propriedades para o chumbador mecânico	15
Tabela 8 - Exemplo de tabela com propriedades para as tintas protetivas	16
Tabela 9 - Exemplo de tabela com propriedades para as argamassas resistentes ao fogo	16
Tabela 10 - Pranchas produzidas no projeto de reforço	19

LISTA DE SIGLAS

NBR – Norma Brasileira.

ASTM - American Society for Testing and Materials.

CEB - Comité euro-international du beton.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

LISTA DE SÍMBOLOS

f_u – resistência à ruptura do aço.

f_y – resistência ao escoamento do aço.

K – Kelvin.

kgf – quilograma-força.

m – metro.

m^2 - metro quadrado.

mm - milímetro .

mm^2 - milímetro quadrado.

N – Newton.

pol – polegada.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 METODOLOGIA	2
3 ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	3
3.1 Chapa de aço	3
3.2 Cola epoxídica	5
3.3 Chumbadores	7
3.4 Materiais protetivos.....	8
3.4.1 Proteção à ação do fogo.....	8
3.4.2 Proteção à corrosão	8
4 DETALHAMENTO DAS TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	9
4.1 Preparação da chapa de aço	9
4.2 Apicoamento da superfície de concreto	10
4.3 Escoramento da estrutura	11
4.4 Colagem da chapa de aço	11
4.5 Fixação dos chumbadores.....	12
4.6 Liberação da estrutura.....	12
4.7 Execução da camada protetiva.....	12
5 MONTAGEM E APRESENTAÇÃO DO PROJETO	13
5.1 Planta de situação	13
5.2 Planta de fabricação	14
5.3 Planta de detalhamento do reforço	14
5.3.1 Cortes e vistas dos elementos estruturais	15
5.3.2 Descrição e propriedades dos materiais	15
5.3.3 Instruções executivas	16
5.3.4 Equipamentos	16
5.4 Memorial Descritivo	17
6 PROJETO EXEMPLO	17
7 CONCLUSÕES	20
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1 Introdução

Ao elaborar um projeto de uma estrutura de concreto armado, procura-se dimensionar a estrutura de modo que se comporte de forma segura e confortável para o atendimento das finalidades para as quais foi concebida. Entretanto, com o passar do tempo, a finalidade de uso da estrutura, ou parte dela, pode mudar, mas a segurança e conforto da estrutura devem permanecer atendidos.

Por esse motivo, previamente à mudança de uso, deve-se realizar uma verificação da estrutura para avaliar a necessidade de uma intervenção. Após a verificação e a possível constatação da necessidade de reforço, parte-se para a definição do tipo de reforço compatível com as necessidades do caso e em seguida do desenvolvimento do projeto.

O projeto deve seguir padrões rígidos de qualidade para evitar tanto erros de concepção, como também diminuir ao máximo os possíveis erros no momento da execução do reforço que são as duas principais origens dos problemas patológicos em edifícios com 46% e 22% dos casos, respectivamente [1].

Na literatura existente sobre o assunto, os trabalhos focam principalmente nos tipos de reforços, materiais necessários, técnicas de aplicação e métodos de dimensionamento, mas carecem das informações relevantes que devem ser levadas as pranchas dos projetos e de como devem ser apresentadas neles.

Este trabalho consiste num guia, baseado na pesquisa da literatura existente sobre o tema, que define os procedimentos adequados para o desenvolvimento de projetos de reforço estrutural de vigas e lajes de concreto armado utilizando o método da chapa colada. O conhecimento dos procedimentos e das técnicas a serem adotadas é de fundamental importância para que a estrutura tenha sua capacidade portante restaurada (recuperação) ou ampliada (reforço) [2].

Posteriormente, são apresentadas as diretrizes para montagem das pranchas do projeto, que é o produto entregue ao cliente e que deve proporcionar as informações necessárias para a execução da estrutura [3]. Estas informações devem constar de forma clara e detalhada evitando erros de execução, que podem levar a estrutura a apresentar problemas patológicos graves, com implicações diretas no comprometimento da resistência e/ou durabilidade da construção [2].

2 Metodologia

O trabalho consistirá no desmembramento do projeto nas seguintes etapas: especificação dos materiais, detalhamento das técnicas executivas, montagem e apresentação do projeto. Em anexo, estará presente um exemplo de projeto de reforço estrutural com chapa colada.

Em termos da especificação dos materiais, serão descritas as propriedades que devem ser observadas pelo projetista para a correta determinação dos materiais que compõem o reforço que são a chapa de aço, cola epoxídica, chumbadores mecânicos e materiais que conferem maior durabilidade a estrutura frente a ação da corrosão e fogo.

No item detalhamento das técnicas construtivas, serão abordadas as etapas executivas do reforço, orientando os procedimentos que devem ser seguidos para conferir maior monoliticidade do reforço com a estrutura e durabilidade como preparação da superfície de concreto e da chapa de aço, escoramento da estrutura, colagem da chapa, colocação dos chumbadores e aplicação de materiais resistentes a fogo e corrosão.

Em seguida, no item montagem e apresentação do projeto, serão descritas as pranchas que devem ser produzidas pelo projetista além das informações que devem estar contidas nelas para possibilitar a transmissão de todos os dados necessários para a mão de obra executora do reforço.

Por fim, no projeto exemplo, será apresentada uma breve descrição da estrutura da edificação onde serão reforçadas quatro vigas à flexão e uma viga à flexão e ao esforço cortante, além de uma laje à flexão. Estes elementos estruturais precisam ser reforçados devido ao aumento do carregamento previsto pelo projeto estrutural original que estava disponível ao projetista e possuía execução fiel aos projetos. Além disso será comentado como procedeu-se o dimensionamento do reforço e serão apresentadas as informações contidas em cada planta do projeto que estará anexado ao artigo.

3 Especificação dos Materiais

O método de reforço estrutural por chapa colada consiste em colar chapas metálicas à superfície do concreto por aplicação de uma resina epóxi e chumbadores mecânicos. O adesivo garante a ligação entre o concreto e a chapa adicionada e os chumbadores evitam o descolamento prematuro da chapa em suas extremidades. Desta maneira são transferidas as forças da armadura para o concreto por intermédio de tensões tangenciais desenvolvidas ao longo da interface de colagem [4]. A técnica permite reforçar lajes e vigas à flexão e esforço cortante sem aumento significativo da seção de concreto.

Além dos materiais essenciais ao reforço, chapa de aço, cola epoxídica e chumbadores, também há a necessidade de prever materiais que auxiliem no aumento da durabilidade do reforço frente a oxidação e fogo que reduzem a resistência do reforço significativamente.

Cada material possui características que devem ser analisadas pelo projetista para sua especificação adequada no projeto. Abaixo seguem os itens a serem verificados na escolha dos materiais para o reforço.

3.1 Chapa de Aço

A regulamentação mais utilizada, para os procedimentos de reforço com colagem de chapa é a do C.E.B. (*Comite euro-international du beton*), boletim nº 162, visto que o Brasil não possui norma específica sobre o assunto. O C.E.B. recomenda não ultrapassar em 3 mm a espessura das chapas de aço, a não ser que sejam utilizados dispositivos de ancoragem (buchas metálicas expansivas) para impedir o descolamento da chapa, principalmente nas regiões com maiores esforços cisalhantes. Com o uso de chumbadores, a espessura limite para a chapa aumenta para 10 mm [5].

Cabe ao projetista prescrever a espessura, largura e comprimento da chapa levando em conta não somente as necessidades para a segurança estrutural, mas também as limitações fornecidas pelo transporte da peça e também o peso que dificultará a execução do reforço.

O aço a ser definido para a fabricação da chapa deve estar em conformidade com as especificações das tabelas A.1 e A.2 da NBR 8800:2008 [6] que definem as faixas admissíveis para a resistência ao escoamento (f_y) e resistência a ruptura (f_u) de aço para uso

estrutural. A resistência do aço utilizado no reforço não deve ser de resistência muito elevada, para não ser necessária uma deformação elevada para mobilizar a sua capacidade resistente [8]. A tabela 1 mostra a resistência ao escoamento (f_y) e resistência a ruptura (f_u) dos aços estruturais especificados por normas brasileiras, enquanto a tabela 2 mostra o formato, espessura, grau e resistência ao escoamento e ruptura dos aços de uso frequente pela ASTM.

ABNT NBR 7007			ABNT NBR 6648			ABNT NBR 6649 / ABNT NBR 6650		
Aços-carbono e microligados para uso estrutural e geral			Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural			Chapas finas (a frio/a quente) de aço-carbono para uso estrutural		
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa
MR 250	250	400-560	CG-26	255	410	CF-26	260/260	400/410
AR 350	350	450	CG-28	275	440	CF-28	280/280	440/440
AR 350 COR	350	485				CF-30	---/300	---/490
AR 415	415	520						
ABNT NBR 5000			ABNT NBR 5004			ABNT NBR 5008		
Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica			Chapas grossas e bobinas grossas, de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural		
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	f_y MPa	f_u MPa
G-30	300	415	F-32/Q-32	310	410	CGR 400	250	380
G-35	345	450	F-35/Q-35	340	450	CGR 500 e	370	490
G-42	415	520	Q-40	380	480	CGR 500A		
G-45	450	550	Q-42	410	520			
			Q-45	450	550			
ABNT NBR 5920/ABNT NBR 5921			ABNT NBR 8261					
Chapas finas e bobinas finas (a frio/a quente), de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para uso estrutural			Perfil tubular, de aço-carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular ou retangular para usos estruturais					
Denominação	f_y MPa	f_u MPa	Denominação	Seção circular		Seções quadrada e retangular		
				f_y MPa	f_u MPa	f_y MPa	f_u MPa	
CFR 400	---/250	---/380	B	290	400	317	400	
CFR 500	310/370	450/490	C	317	427	345	427	

Tabela 1 - A.1 - Aços especificados por Normas Brasileiras para uso estrutural [2].

Classificação	Denominação	Produto	Grupo de perfil ^a b ou faixa de espessura disponível	Grau	f_y MPa	f_u MPa	
Aços-carbono	A36	Perfis	1, 2 e 3	-	250	400 a 550	
		Chapas e barras ^c	$t \leq 200$ mm				
	A500	Perfis	4	A	230	310	
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica	A572	Perfis	1, 2 e 3		42	290	415
					50	345	450
					55	380	485
			1 e 2	60	415	520	
				65	450	550	
	Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 150$ mm	42	290	415		
		$t \leq 100$ mm	50	345	450		
		$t \leq 50$ mm	55	380	485		
		$t \leq 31,5$ mm	60	415	520		
		65	450	550			
	A992 ^d	Perfis	1, 2 e 3	-	345 a 450	450	
Aços de baixa liga e alta resistência mecânica resistentes à corrosão atmosférica	A242	Perfis	1	-	345	485	
			2	-	315	460	
			3	-	290	435	
	Chapas e barras ^{c)}	$t \leq 19$ mm	-	345	480		
		$19 \text{ mm} < t \leq 37,5$ mm	-	315	460		
		$37,5 \text{ mm} < t \leq 100$ mm	-	290	435		
	A588	Chapas e barras ^c	1 e 2	-	345	485	
			$t \leq 100$ mm	-	345	480	
$100 \text{ mm} < t \leq 125$ mm			-	315	460		
		$125 \text{ mm} < t \leq 200$ mm	-	290	435		
Aços de baixa liga temperados e auto-revenidos	A913	Perfis	1 e 2		50	345	450
					60	415	520
					65	450	550

Tabela 2 - A.2 – Aços de uso frequente pela ASTM para uso estrutural [6].

3.2 Cola Epoxídica

O boletim do C.E.B. n° 162 considera que tanto as resinas epoxídicas como as de poliéster conduzem a resultados seguros na colagem de chapas de aço na estrutura de concreto armado [5], entretanto as colas epóxi são as mais empregadas.

Para a especificação da cola epóxi adequada para a colagem da chapa de aço, as características listadas abaixo devem ser analisadas [2] e cabe ao projetista definir os intervalos aceitáveis dessas propriedades para a seleção do produto.

- Retração: deve ser baixa para garantir que o reforço trabalhe de forma monolítica com a estrutura de concreto armado. Recomendado: retração $\leq 0,1\%$ [7].
- Coeficiente de expansão térmica: as resinas de formulação epoxídica (resinas de saturação ou adesivos) são as menos deformáveis quando sujeitas a variações de temperatura [9]. Recomendado: $< 100 \times 10^{-6}/K$. [7].
- Viscosidade: interfere diretamente na dificuldade de colagem da chapa, quando for aplicada diretamente na chapa não deve ser baixa ao ponto de escorrer, tornando a espessura de cola insuficiente e nem alta ao ponto de não ser possível seu espalhamento completo pela superfície da chapa. Em caso de injeção da resina após a fixação da chapa, são aceitáveis e recomendáveis baixos valores de viscosidade [8].
- Módulo de elasticidade: nas aplicações nas quais possam surgir deformações diferenciais importantes entre a resina e o concreto, comprometedoras do serviço realizado, devem ser usadas resinas flexíveis, com capacidade de acomodar as deformações impostas e, desta forma, evitar o surgimento de fissuras ou os deslocamentos relativos [2]. Recomendado: módulo de elasticidade em compressão: $\geq 2000 \text{ N/mm}^2$ [7].
- Resistência mecânica: deve ser alta o suficiente para suportar as tensões existentes na superfície chapa/concreto. As resinas epoxídicas possuem resistência adequada para este uso.
- *Pot life*: após a mistura da resina com o endurecedor, o material permanece viscoso durante certo tempo, o qual se pode trabalhar com o adesivo. Este intervalo de tempo denomina-se “pot life” [2]. A cola deve possuir o maior pot-life possível para possibilitar a colagem da chapa ainda com a plasticidade adequada, ou seja, antes de sua polimerização. Esgotado o tempo de utilização, qualquer formulação de resina perde drasticamente as suas características de aderência, não devendo ser utilizada [9].
- Temperatura de aplicação: O pot-life da resina epóxi varia conforme a temperatura ambiente, sendo inversamente proporcional a temperatura.

- Período de cura: indica o tempo necessário para o ganho de resistência da cola epóxi, sendo fundamental para a liberação da estrutura.

3.3 Chumbadores

Os chumbadores são um sistema de fixação capaz de auxiliar a ancoragem da chapa de aço ao substrato de concreto. Appletton et al [10], por meio de experimentação mostraram que é vantajosa a amarração com buchas. Em alguns casos em que não foi utilizada esta técnica observou-se o arrancamento da chapa nas suas extremidades, o que conduziu a um colapso prematuro.

Assim, recomenda-se aplicar buchas em todo comprimento da chapa, com menor espaçamento nas extremidades, devido também ao auxílio conferido no extravasamento do excesso de cola que é prejudicial ao reforço. Deve-se verificar na ficha técnica do chumbador o espaçamento mínimo entre dois chumbadores e também a distância mínima entre o chumbador e as bordas da chapa de aço.

Para a especificação dos chumbadores, deve-se definir diâmetro, comprimento do chumbador e resistências ao escoamento e ruptura do aço utilizado na fabricação da peça que deve ser compatível com os valores mínimos de resistência descritos na tabela A.3 da NBR 8800:2008 [6], apresentada na tabela 3.

Especificação	f_{yb} MPa	f_{ub} MPa	Diâmetro d_b	
			mm	pol
ASTM A307	-	415	-	$1/2 \leq d_b \leq 4$
ISO 898-1 Classe 4.6	235	400	$12 \leq d_b \leq 36$	-
ASTM A325 ^a	635	825	$16 \leq d_b \leq 24$	$1/2 \leq d_b \leq 1$
	560	725	$24 < d_b \leq 36$	$1 < d_b \leq 1\frac{1}{2}$
ISO 4016 Classe 8.8	640	800	$12 \leq d_b \leq 36$	-
ASTM A490	895	1035	$16 \leq d_b \leq 36$	$1/2 \leq d_b \leq 1\frac{1}{2}$
ISO 4016 Classe 10.9	900	1000	$12 \leq d_b \leq 36$	-

^a Disponíveis também com resistência à corrosão atmosférica comparável à dos aços AR 350 COR ou à dos aços ASTM A588.

Tabela 3 – A.3 – Materiais usados em parafusos [6].

Portanto, no projeto, deve estar presente o chumbador especificado para evitar a utilização de chumbadores incompatíveis com os valores utilizados nos cálculos do projeto, além de é claro, quantidade, espaçamento, profundidade dos furos e posicionamento detalhado dos chumbadores no reforço. Deve-se também, especificar chumbadores de aço

com composição química parecida das chapas de aço para evitar o risco de corrosão galvânica.

3.4 Materiais Protetivos

Deve-se prescrever no projeto o meio de proteção do reforço que proteja as armaduras coladas contra a corrosão e a ação do fogo.

3.4.1 Proteção à ação do fogo

A tabela 9 da IT n° 08/2019 do corpo de bombeiros de São Paulo [11] define, a partir da ocupação, divisão, profundidade do subsolo e altura da edificação o tempo de resistência ao fogo que a estrutura deve possuir, portanto, deve ser consultada para escolha da solução frente ao fogo.

Os materiais mais utilizados para a proteção das chapas de aço em face da ação do fogo são as argamassas projetadas, tintas intumescentes, mantas cerâmicas ou de lã de rocha basáltica e gesso acartonado. Argamassas projetadas permitem manter a temperatura do aço relativamente baixa por 20 a 30 minutos durante a primeira hora crítica do incêndio enquanto existem tintas intumescentes no mercado capazes de resistir por períodos mais longos como 90 e 120 minutos, apesar do custo mais elevado [12].

3.4.2 Proteção à corrosão

O sistema mais utilizado atualmente para o tratamento de pintura anticorrosiva é a resina epóxi para a base e o poliuretano como acabamento, pois alia a ótima resistência e dureza da resina epóxi e a capacidade da resina poliuretano frente às agressividades do meio ambiente [13]. Como pode ser observado na tabela 4, também é a solução que propicia a maior durabilidade.

DURAÇÃO DA PROTEÇÃO	REQUISITOS PARA DIFERENTES TINTAS
Curta duração (1 a 5 anos)	Materiais monocomponentes, como as tintas alquídicas, emulsões e acrílicas
Média duração (5 a 10 anos)	Materiais bicomponentes, como primers ricos em zinco, epoxídicas e poliuretânicas
Longa duração (+ de 10 anos)	Sistemas bicomponentes como metalização seguida de tintas epoxídicas, poliuretânicas, etc

Tabela 4 – Duração de diferentes tintas frente a corrosão.

Marcelo Lopes [8] orienta a utilização de aço acimável (material com resistência a corrosão superior ao aço comum). Este aço dispensa operações de pintura para retardo da corrosão.

Um dos motivos que evidenciam a necessidade de medidas de proteção do aço frente à corrosão é a dificuldade de uma ligação perfeita entre a chapa metálica e o elemento estrutural através da cola epoxídica e chumbadores, o que proporciona a existência de vazios na ligação que permitem o acúmulo de umidade, responsável pelo aceleração do processo de corrosão dos elementos metálicos.

4. Detalhamento das técnicas construtivas

Além da correta escolha dos materiais, é de imensa importância que estejam contidas no projeto todas as orientações necessárias para a correta execução do reforço estrutural. Deve-se produzir um memorial descritivo contendo um passo a passo das atividades, informando como proceder em cada etapa executiva de forma detalhada e clara. É ponto assente que a motivação dos trabalhadores está diretamente relacionada ao fornecimento da maior quantidade possível de informações sobre os materiais a utilizar e as estruturas a construir e que quanto mais alargada for a gama de trabalhadores a receber tais informações, maior será a chance de que se venha a atingir um produto final de elevada qualidade [2].

4.1 Preparação da chapa de aço

Previamente à colagem, a superfície da chapa que ficará em contato com a resina epóxi deve passar por processos que aumentem sua aderência [2]. Os processos mais utilizados para aumentar a rugosidade da chapa são os jatos de areia e granalha.

O jateamento de areia consiste no processo de impulsionar partículas de areia sílica a altas velocidades sobre a chapa através de ar comprimido. Helene (1992) sugere que o jateamento deve acontecer no máximo 2 horas antes da execução do reforço e a superfície da chapa deve ser limpa instantes antes do reforço com jatos de ar seco ou acetona [14]. O ponto negativo desse processo é a grande poluição gerada pelo pó de suas partículas que livres no ambiente podem causar doenças respiratórias como a silicose.

O jateamento de granalha consiste no impulsionamento de partículas esféricas de granalha de aço na superfície da chapa. Sendo bem mais abrasivo que os outros tipos de jateamento, produz uma rugosidade mais homogênea e menos poluente [2], é o procedimento mais recomendado para proporcionar rugosidade ao aço.

Após a decapagem, as superfícies da chapa devem ser protegidas com uma película plástica para prevenir contra qualquer inconveniente e agressão ambiental durante o seu transporte e manuseio. A película deve ser removida imediatamente antes do uso da chapa de aço [15].

4.2 Apicoamento da superfície de concreto

Além da preparação da chapa, é necessário realizar procedimentos no concreto para melhorar a aderência do reforço. O processo adequado é o apicoamento da superfície que consiste na remoção da camada externa e mais frágil do concreto, geralmente até 10 mm. Assim o substrato se torna mais poroso e rugoso, aumentando o atrito entre a cola e o concreto. Deve-se ter o cuidado para não tornar a superfície rugosa demais o que exigirá grandes espessuras de cola em pontos localizados e também a formação de bolhas de ar, diminuindo a eficiência do reforço.

Atenta-se também, para a necessidade de limpeza da superfície do concreto com jatos de água posteriormente ao apicoamento da superfície. As resinas epoxídicas não aderem em superfícies sujas de ceras, óleos e materiais desagregados [2].

Além disso, deve-se secar a superfície do concreto por meio de jatos de ar comprimido deixando a umidade superficial de no máximo 6% no ato da colagem da chapa [2]. Apesar de alguns fabricantes autorizarem o uso de resinas epoxídicas em superfícies úmidas, todas as formulações poliméricas são suscetíveis a absorver umidade o que diminui sua resistência mecânica [16].

4.3 Escoramento da estrutura

Após a preparação da superfície de concreto e da chapa de aço, deve-se escorar a estrutura para alívio das tensões no elemento estrutural e conseqüente diminuição das deformações que afetam a eficácia do reforço. No caso de reforço de vigas, deve-se escorar as lajes que estão apoiadas nela e no caso de reforço de lajes, deve-se retirar toda carga possível da laje e escorar o próprio elemento estrutural.

4.4 Colagem da chapa de aço

Após o escoramento da estrutura, procede-se com a colagem da chapa. Deve-se espalhar uniformemente uma camada de cola epóxi na chapa ou injetá-la após a fixação da chapa através de chumbadores mecânicos no elemento estrutural. O CEB [5] recomenda que não exceda a espessura de 1,5 mm devido a diminuição da tensão de tração com o aumento da espessura da resina conforme mostra a figura 1, e colá-la ao substrato enquanto ainda está no estado fresco.

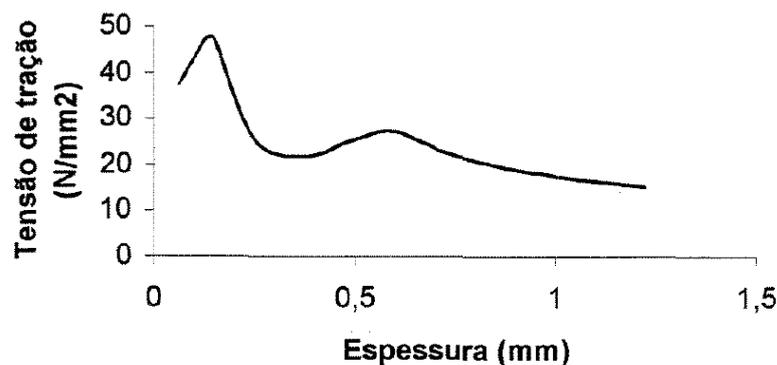


Figura 1 – Espessura da camada de resina e correspondente tensão de tração [5].

Deve-se verificar na ficha técnica do produto o período em aberto para utilização da cola (*pot life*) para evitar o início da polimerização antes do término da colagem. Atenta-se que este prazo é dependente da temperatura ambiente sendo que quanto mais alta a temperatura, menor será esse prazo e em temperaturas inferiores à 10°C o processo de polimerização pode não ocorrer. Por isso devem ser realizados, na obra, ensaios de endurecimento da cola epóxi e avaliação da viscosidade para evitar surpresas desagradáveis [2].

Após a fixação, as chapas devem ser mantidas pressionadas contra a região do substrato para extravasar o excesso de cola por no mínimo 24 horas [17]. Esse procedimento pode ser feito por meio de escoras metálicas ajustáveis [2]. Os chumbadores mecânicos também auxiliam nesse processo.

4.5 Fixação dos Chumbadores

Anteriormente à colagem da chapa, deve-se furar a superfície de concreto no comprimento e diâmetro especificado pelo fabricante e fazer a fixação da jaqueta dos chumbadores, sempre lembrando de limpar a superfície para evitar o acúmulo de partículas soltas. Após, deve-se proceder com a colagem da chapa conforme o item 4.3 e, em seguida, fixar os chumbadores nas chapas de aço. No momento da determinação do posicionamento e espaçamento dos chumbadores no projeto, deve-se atentar para a região onde está localizada a armadura do elemento estrutural que pode impossibilitar a realização do furo. Um ensaio não destrutivo que pode ser utilizado é a pacometria, que através do pacômetro permite estimar dimensão, cobertura e orientação das armaduras no concreto armado. Portanto, sugere-se uma visita *in loco* para obter essas informações, uma vez que muitas vezes não há projeto estrutural disponível ou a estrutura não foi executada conforme projeto.

Quanto à instalação dos fixadores, deve-se seguir as orientações do fabricante do produto, verificando o torque especificado para o aperto do parafuso.

4.6 Liberação da Estrutura

Após o término das 24 horas da colagem da chapa, podem ser retiradas as escoras que pressionavam a colagem da chapa e a estrutura estará liberada após o término do período de cura da cola epoxídica que deve ser retirado da ficha técnica do produto.

Segundo Appleton et al. [10], após a execução do reforço deve-se realizar ensaios de carga para as ações de serviço para comprovar o resultado da intervenção.

4.7 Execução da camada protetiva

Na elaboração de um sistema de pintura, todos os dados devem ser considerados, como o ambiente, substrato, preparação de superfície, tintas, sequência de aplicação, número de demãos, espessuras, tipos de aplicação e a que condições de trabalho estará

submetida a superfície [18]. No caso de aplicação de argamassas projetadas, a preparação da superfície, o método de aplicação e a espessura da camada de argamassa devem ser explicitadas.

Para a realização da pintura protetiva ou outra medida de proteção aderida a superfície como argamassas, a superfície da chapa deve estar livre de todas as impurezas superficiais como óleos e poeira. Deverá ser lavada com água e tensoativos neutros, esfregando-se com uma escova de nylon. Após a lavagem, deve-se secar a superfície naturalmente ou com ar comprimido limpo (isento de óleo) e seco [18].

Além disso, a superfície deve estar rugosa, por isso o ideal é que jateie-se granalha em todas as faces da chapa de aço, não somente na face que terá contato com a cola epoxídica. O aumento da rugosidade superficial proporciona um aumento da superfície de contato entre o metal e a tinta, contribuindo, desse modo, para o aumento da aderência [18]. O jateamento de granalha também contribuirá com a remoção da carepa de laminação que prejudica a durabilidade da chapa de aço.

5 Montagem e Apresentação do projeto

Anteriormente ao início da montagem do projeto, cabe ao projetista acumular informações referentes a estrutura a ser reforçada. Deve-se localizar o projeto estrutural da edificação para a verificação da necessidade de reforço. Caso não esteja disponível o projeto estrutural ou exista dúvida quanto a fidelidade da execução com o projeto, a pacometria, conforme citado no item 4.5, pode ser utilizada. Sugere-se, também, que o projetista visite a obra para verificar as peculiaridades que o ambiente a sofrer intervenção possa oferecer a execução do reforço como estruturas revestidas por argamassas, pinturas, forros de gesso, entre outros.

Após o acúmulo de informações referentes a estrutura atual, dimensionamento do reforço, determinação dos materiais adequados e técnicas construtivas que serão utilizadas, inicia-se a confecção das plantas do projeto que deverão transmitir através de desenhos e textos todas as informações necessárias para a execução da estrutura [6]. Os seguintes itens devem estar contidos no projeto a ser entregue para o proprietário da estrutura e mão de obra contratada para execução da intervenção:

5.1 Planta de situação

Planta de situação é o documento que trará a localização do reforço na estrutura a sofrer a intervenção. Deverá conter:

- Pavimento e região do reforço com contorno esquemático da planta baixa da edificação;
- Indicação e numeração das vigas e lajes a serem reforçadas;
- Nova capacidade da estrutura.

5.2 Planta de fabricação

Deverá ser produzida planta a ser entregue para a empresa responsável pela fabricação das chapas de aço. Os desenhos de fabricação devem traduzir fielmente, para a fábrica, as informações contidas nos desenhos de projeto, fornecendo informações completas para a produção de todos os elementos componentes da estrutura (no caso as chapas de aço), incluindo [6]:

- Materiais utilizados e suas especificações [6];
- Dimensões da chapa e posicionamento dos furos;
- Localização, tipo e dimensão de todos os parafusos e soldas de fábrica e de campo [6];
- Quantitativos das chapas de aço;
- Acabamento superficial desejado.

5.3 Planta de detalhamento do reforço

Deverá ser produzida uma planta para cada elemento estrutural a ser reparado ou reforçado contendo os itens abaixo:

5.3.1 Cortes e vistas dos elementos estruturais

Os cortes e vistas devem mostrar de diferentes ângulos as dimensões principais do elemento estrutural [2] em escala adequada para o nível das informações desejadas [6]. Nos desenhos devem conter o posicionamento e espaçamento dos materiais e sua identificação para evitar erros.

5.3.2 Descrição e propriedades dos materiais

Deverá estar contido as especificações de todos os materiais estruturais a serem empregados [3], informando o tipo do material a ser adquirido e suas propriedades que influenciam na execução do reforço, conforme mostram as tabelas 5 a 9:

(NOME E MARCA DA COLA EPÓXI)							
TEMPO DE APLICAÇÃO	VISCOSIDADE	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 24 HORAS	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 7 DIAS	CURA INICIAL	CURA FINAL	QUANTIDADE

Tabela 5 - Exemplo de tabela com propriedades para a cola epóxi.

CHAPA DE AÇO				
NOME	DENOMINAÇÃO	F _y (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE

Tabela 6 - Exemplo de tabela com propriedades para a chapa de aço.

(NOME E CÓDIGO DO CHUMBADOR)							
DIÂMETRO DA ROSCA	DIÂMETRO DO FURO	COMPRIMENTO DO PARAFUSO	COMPRIMENTO DA JAQUETA	PROFUNDIDADE MÍNIMA DO FURO	CARGAS MÉDIAS TRAÇÃO	CARGAS MÉDIAS CISCALHAMENTO	QUANTIDADE

Tabela 7 - Exemplo de tabela com propriedades para o chumbador mecânico.

TINTAS PROTETIVAS				
NOME	NÚMERO DE DEMÃOS	ESPESSURA DA DEMÃO SECA	TEMPO ENTRE DEMÃOS	QUANTIDADE (L)

Tabela 8 - Exemplo de tabela com propriedades para as tintas protetivas.

ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO			
NOME	ESPESSURA FINAL (cm)	TRF (min)	QUANTIDADE (KG)

Tabela 9 - Exemplo de tabela com propriedades para as argamassas resistentes ao fogo.

5.3.3 Instruções Executivas

Deverá conter as etapas da realização do reforço, indicando o passo a passo da correta execução (conforme item 3). Este deve ser detalhado com informações que facilitem a execução do reforço.

5.3.4 Equipamentos

Devem ser informadas as ferramentas necessárias para a execução de cada etapa do reforço do elemento estrutural. No caso do reforço com chapa colada os seguintes equipamentos são alguns dos normalmente empregados:

- Martelete para apicoamento do concreto;
- Lavadora de alta pressão para limpeza das superfícies;
- Compressor de ar para secagem de superfícies;
- Espátula para espalhamento da resina epóxi;
- Furadeiras com brocas conforme diâmetro do chumbador;
- Chave fixa para o torque dos chumbadores;
- Escoras metálicas para pressionar a chapa contra a superfície de concreto.

5.4 Memorial descritivo

Deve ser produzido um memorial descritivo contendo as informações executivas, materiais e ferramentas necessárias para a execução do reforço conforme itens 5.3.2 à 5.3.4. Além disso, pode-se incluir no manual descritivo os procedimentos de manutenção e inspeção da estrutura. A NBR 6118:2014 [3] informa que o conjunto de projetos relativos a uma obra deve orientar-se sob uma estratégia explícita que facilite procedimentos de inspeção e manutenção da construção e que um manual de utilização, inspeção e manutenção deve ser produzido. Esse manual deve especificar de forma clara e sucinta, os requisitos básicos para a utilização e a manutenção preventiva, necessárias para garantir a vida útil prevista para a estrutura, conforme indicado na ABNT NBR 5674 [19].

O projeto de um serviço de manutenção deve incluir, entre outros [19]:

- especificações detalhadas dos materiais e procedimentos de execução;
- desenhos e plantas, incluindo detalhes;
- programação de atividades, incluindo, quando necessário, a previsão de estágios intermediários para o controle da qualidade dos serviços realizados;
- dispositivos de sinalização e proteção dos usuários;
- instruções para procedimento em caso de imprevistos;
- o projeto deve prever acessos seguros a todos os locais da edificação onde sejam realizadas inspeções e serviços de manutenção.

6 Projeto exemplo

O Projeto de reforço, no apêndice A, refere-se a uma cobertura de um prédio residencial onde foi necessário reforço de quatro vigas a flexão (viga 2 a 5), uma viga a flexão e esforço cortante (viga 1) e uma laje com área de 18,22 m² à flexão (laje 1) conforme figura 2. Pilares e fundações não foram verificados.

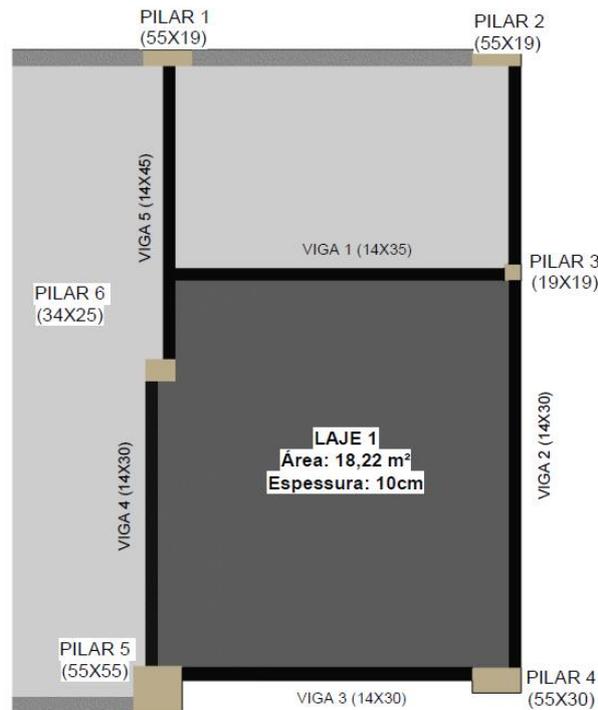


Figura 2 – Croqui da região reforçada.

Este reforço foi necessário devido a um incremento de 1350 kgf/m² de cargas totais originadas pela construção de uma piscina no local. O dimensionamento do reforço foi iniciado com o cálculo das novas cargas incidentes sobre a estrutura. Posteriormente, partiu-se para a etapa de verificação dos elementos estruturais que necessitariam reforço comparando a resistência pré reforço dos elementos com os novos esforços solicitantes originados pela sobrecarga na laje 1.

Nas vigas e lajes identificadas na figura 2 as armaduras à flexão existentes mostraram-se insuficientes, então foram calculadas as áreas de aço necessárias para restaurar a segurança estrutural destes elementos conforme notas de aula do professor João Ricardo Masuero [20]. A viga 1 foi a única em que o esforço cortante se mostrou insuficiente perante a nova situação de carregamento, sendo necessário calcular a área de aço de reforço para tornar o esforço cortante solicitante menor que o esforço cortante resistente.

O conjunto de plantas desenvolvidas obedece a ordem da tabela 10.

PROJETO DE REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA	
ASSUNTO	NÚMERO DA PRANCHA
PLANTA DE SITUAÇÃO	01
PLANTA DE FABRICAÇÃO	02
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 1	03
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 2	04
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 3	05
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 4	06
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 5	07
PLANTA DE DETALHAMENTO - LAJE 1	08

Tabela 10 – Pranchas produzidas no projeto de reforço.

Na planta de situação, conforme item 5.1, foram fornecidas a localização exata da região do reforço, além da identificação dos elementos estruturais a sofrerem intervenção. Também foi informada a nova capacidade de carga da laje reforçada.

Na planta de fabricação, conforme item 5.2, foram detalhadas as chapas de aço a serem produzidas, informando o aço a ser utilizado, dimensões das chapas metálicas e locação dos furos a serem feitos. Também foi especificado o tratamento superficial o qual as chapas devem passar que é o jateamento a granalha.

Nas plantas 03 a 07, conforme item 5.3, foram exibidos cortes das vigas, mostrando o posicionamento exato das chapas metálicas e chumbadores. Também foi fornecido um passo a passo de como executar o reforço conectando cada etapa com as ferramentas necessárias para sua realização. Quantitativos e características dos materiais dimensionados foram fornecidas conforme figuras 5 a 9.

Na planta 08, conforme item 5.3, foram mostrados os posicionamentos das chapas metálicas na laje 01, além da ordem da colocação das chapas. Igualmente as pranchas de vigas, foi fornecido um passo a passo de como executar o reforço, ferramentas necessárias, quantitativos e características dos materiais.

Além das plantas descritas na tabela 10, foi produzido um memorial descritivo com todos os materiais necessários para o reforço, informações executivas, ferramentas necessárias e informações para manutenção da estrutura, conforme item 5.4.

7 Conclusões

O projeto de reforço estrutural com chapa metálica colada consiste na adição de chapas de aço externas aos elementos estruturais coladas com resina epoxídica e fixação de chumbadores que impedem o descolamento da chapa nas regiões com maior esforço cortante e auxiliam no extravasamento do excesso de cola que diminui a eficiência do reforço.

Para o sucesso do reforço, é necessária a correta especificação dos materiais que o compõem que são a cola epóxi, chapa de aço, chumbador e materiais que conferem maior durabilidade do conjunto frente a corrosão e ao fogo.

Além disso, são necessários seguir passos executivos, que se executados de forma correta, conferem maior monoliticidade ao conjunto concreto e aço, que são a preparação da superfície de concreto por meio de apicoamento da superfície e preparação da superfície das chapas metálicas por meio de jateamento de granalha. Também são necessários cuidados com a limpeza dos materiais que, se contaminados por poeira ou óleos, diminuem a aderência entre as superfícies e atenção a espessura de cola que influi, diretamente, no funcionamento do reforço.

Todas essas informações devem estar contidas nas plantas e memoriais do projeto de forma clara e detalhada, sendo necessário possuir nos documentos do projeto a localização do reforço por meio de uma planta de situação, informações para confecção das chapas de aço que devem estar contidas na planta de fabricação, especificações dos materiais, técnicas executivas, ferramentas, vistas e posições dos elementos que devem estar nas plantas de detalhamento dos elementos estruturais a serem reforçados e um memorial descritivo com as etapas construtivas, materiais, ferramentas além de informações de manutenção e inspeção da estrutura.

Este trabalho cumpriu com o objetivo de orientar por meio de diretrizes e demonstrar por meio de um projeto exemplo como um projeto de reforço com chapa colada deve ser produzido e apresentado ao cliente e mão de obra para a correta execução de sua finalidade que é aumentar a capacidade portante de elementos estruturais de concreto armado com segurança.

8 Referências bibliográficas

- [1] Centre Scientifique et Technique de la Construction. **Pathologie du bâtiment: humidité, décollement, fissuration et corrosion**. CSTC Revue, Bruxelles, n°.1, 1979.
- [2] SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- [3] ABNT NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. ABNT, 2014.
- [4] JUVANDES, L.F.P. **Reforço e reabilitação de estruturas de betão usando materiais compósitos de CFR**. Porto, 1999.
- [5] COMITE EURO INTERNATIONAL DU BETON. **CEB 162: Bulletin D'Information. 162 ed.** Paris, 1983.
- [6] NBR 8800. **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de concreto e aço**. ABNT, 2008.
- [7] Norma Europeia EN 1504. **Produtos e sistemas para a protecção e reparação de estruturas de betão**.
- [8] LOPES, M. **Reforço à flexão mediante colagem de armadura externa: Um Estudo da Durabilidade**. Campinas, 2000.
- [9] MARQUES, N. F. A. A. **Procedimentos de Aplicação e Controlo de Qualidade para Reforço com Sistemas Compósitos de FRP**. Coimbra, 2008.
- [10] APPLETON, J.; GOMES A. **Reforço de Estruturas de Betão Armado por Adição de Armaduras Exteriores**. Lisboa, 1997.
- [11] Corpo de bombeiros do estado de São Paulo. **Segurança estrutural contra incêndio**. Instrução técnica n° 08/2019.
- [12] PANNONI, F. D. **Proteção da estrutura metálica frente ao fogo**. Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/pt/pt/protecao-de-estruturas-metalicas-frente-ao-fogo>>.
- [13] **Revista construção metálica: As tintas na proteção anticorrosiva**. Brasil: Abcem, v. 69, 2005.
- [14] HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992.
- [15] RODRIGUES, C. M. C. **Comportamento da ligação aço-resina-betão em elementos estruturais**. Lisboa, 1993.
- [16] CLARKE, J. L. **Structural design of polymer composites**. 1996.
- [17] REIS, A.P.A. **Reforço de vigas de concreto armado por meio de barras de aço adicionais ou chapas de aço e argamassa de alto desempenho**. São Paulo, 1998.
- [18] PANNONI, F. D. **Princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio**. 2007.
- [19] NBR 5674. **Manutenção de edificações – Procedimento**. ABNT, 2008.

[20] MASUERO, J. R. **Dimensionamento de reforço em peças fletidas de concreto armado (notas de aula)**. UFRGS.

PROJETO DE REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA

PROJETISTA : LUIZ FERNANDO DALL'ONDER

LOCALIZAÇÃO: RUA A - NÚMERO 01 - APARTAMENTO 703

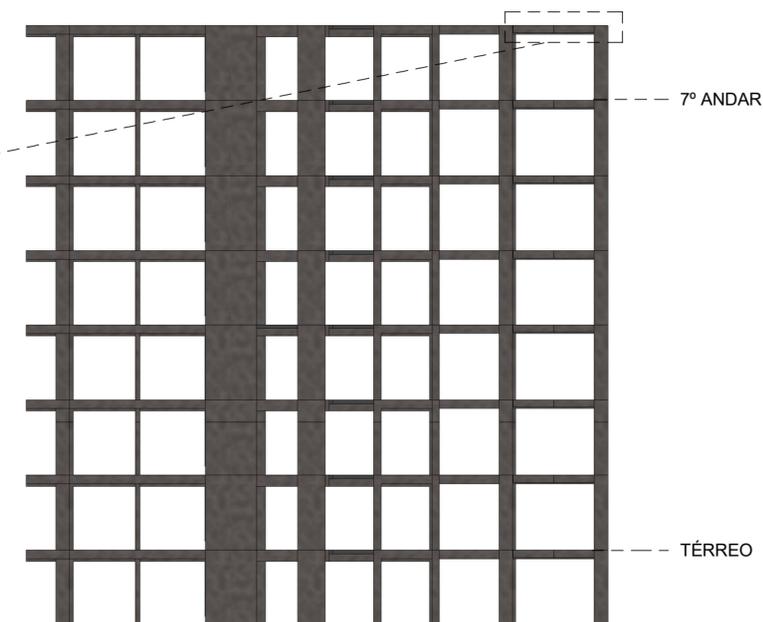
PROJETO DE REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA	
ASSUNTO	NÚMERO DA PRANCHA
PLANTA DE SITUAÇÃO	01
PLANTA DE FABRICAÇÃO	02
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 1	03
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 2	04
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 3	05
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 4	06
PLANTA DE DETALHAMENTO - VIGA 5	07
PLANTA DE DETALHAMENTO - LAJE 1	08

N

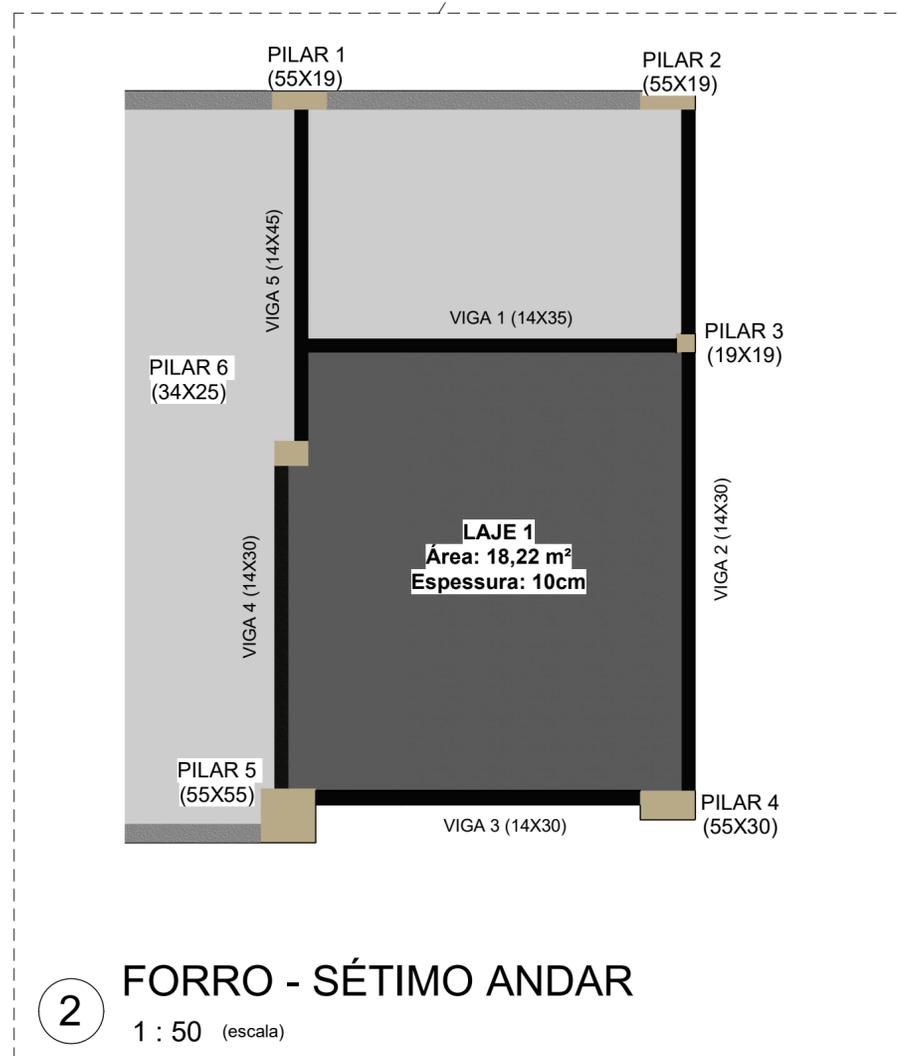
RUA A



1 PLANTA DE SITUAÇÃO
1 : 100 (escala)



3 FACHADA FRONTAL
1 : 200 (escala)



2 FORRO - SÉTIMO ANDAR
1 : 50 (escala)

PROJETO DE REFORÇO DE LAJE E VIGAS PELO MÉTODO DA CHAPA COLADA

- CARGA TOTAL SUPTORADA PELA LAJE 1 ANTERIORMENTE AO REFORÇO: 650 Kgf/m²
- CARGA TOTAL SUPTORADA PELA LAJE 1 APÓS O REFORÇO: 2000 Kgf/m²

AVISO:

- AUMENTO DE CARGA PROJETADO SOMENTE PARA A LAJE 1 DO ÚLTIMO PAVIMENTO DO EDÍFICIO. NÃO SOBRECARRREGAR OUTRAS LAJES!
- LEIA ATENTAMENTE O MANUAL DESCRITIVO ANTES DA EXECUÇÃO DO REFORÇO!

REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA		
LOCAL:	RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703	FOLHA: 01
ASSUNTO:	PLANTA DE SITUAÇÃO	
AUTOR DO PROJETO:	LUIZ FERNANDO DALL'ONDER	

CHAPA	DETALHAMENTO	DENOMINAÇÃO DA CHAPA	Fy (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE (un)
V1 - A		A36	250	250x50x1	20
V1 - B		A36	250	3680x140x6	1
V2		A36	250	4380x140x3	1
V3		A36	250	3250x140x3	1
V4		A36	250	3220x140x4	1
V5		A36	250	3320x140x2	1
L1 - A		A36	250	3740x100x1	2
L1 - B		A36	250	3940x100x1	3
L1 - C		A36	250	4380x100x1	5

OBSERVAÇÕES:

- AS CHAPAS DEVEM SER JATEADAS COM GRANALHA NAS DUAS FACES;

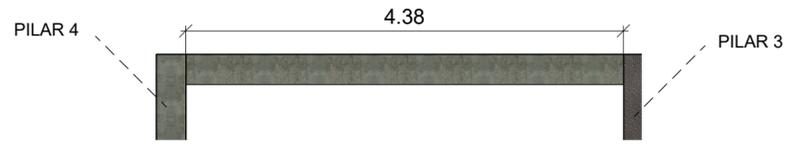
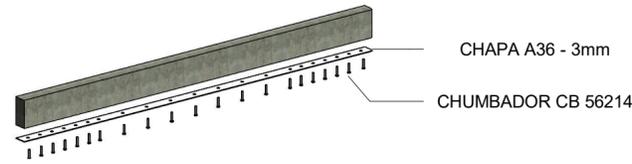
- DIMENSÃO DOS FUROS: 1/2" (13mm).

REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA

LOCAL: RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703 FOLHA: 02

ASSUNTO: PLANTA DE FABRICAÇÃO

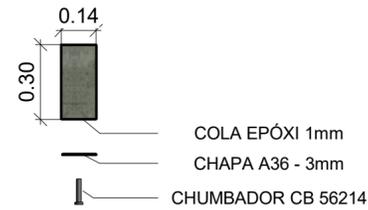
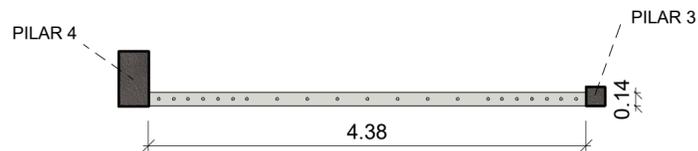
AUTOR DO PROJETO: LUIZ FERNANDO DALL'ONDER



1 V2 - VISTA ISOMÉTRICA

2 V2 - VISTA LATERAL

1 : 50 (escala)



3 V2 - VISTA INFERIOR

1 : 50 (escala)

4 V2 - VISTA TRANSVERSAL

1 : 20 (escala)

CHUMBADORES CÓDIGO CB 56214							
DIÂMETRO DA ROSCA	DIÂMETRO DO FURO	COMPRIMENTO DO PARAFUSO	COMPRIMENTO DA JAQUETA	PROFUNDIDADE MÍNIMA DO FURO	CARGAS MÉDIAS TRAÇÃO	CARGAS MÉDIAS CISLHAMENTO	QUANTIDADE
5/16"	1/2" (13mm)	2 1/4"	38mm	2 1/4" (57mm)	1600 kgf	1190 kgf	21

COLA EPÓXI MARCA "A"							
TEMPO DE APLICAÇÃO	VISCOSIDADE	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 24 HORAS	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 7 DIAS	CURA INICIAL	CURA FINAL	QUANTIDADE
1 HORA	BAIXA	5 A 35 (°C)	>40MPa	>60MPa	24 HORAS	7 DIAS	1,2 Kg

CHAPA DE AÇO				
NOME	DENOMINAÇÃO	Fy (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE
V2	A36	250	4380X140X3	1

TINTAS PROTETIVA				
NOME	NÚMERO DE DEMÃOS	ESPESSURA DA DEMÃO SECA	TEMPO ENTRE DEMÃOS	QUANTIDADE (L)
"B" POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO	2	140µm	6 Horas	0,2

ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO			
NOME	ESPESSURA FINAL (cm)	TRF (min)	QUANTIDADE (KG)
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA "A"	2	> 60	5,5

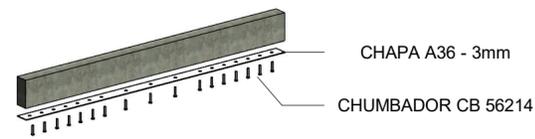
ETAPAS EXECUTIVAS PARA O REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA COM RESINA EPOXIDÍLICA		
ETAPA	DESCRIÇÃO	FERRAMENTAS
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	<ol style="list-style-type: none"> REMOVA TODA PINTURA, REBOCO E CHAPISCO EXISTENTE NO ELEMENTO ESTRUTURAL A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO. APICOE O CONCRETO A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO CERCA DE 10mm. UTILIZE A CHAPA DE AÇO COMO GABARITO E COM UMA FURADEIRA, COM BROCA 13mm, FURE A SUPERFÍCIE DE CONCRETO APROXIMADAMENTE 57mm NOS PONTOS FURADOS DA CHAPA (MARQUE A PONTA DA BROCA PARA SABER SE ATINGIU O COMPRIMENTO DO FURO) E LIMPE O FURO. LAVE A SUPERFÍCIE COM JATOS DE ÁGUA PRESSURIZADA E APÓS SE DEVE SECAR A SUPERFÍCIE COM AR COMPRIMIDO. <p>AVISO: A SUPERFÍCIE DEVE FICAR LIMPA, SEM POEIRA, ÓLEOS E CERAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> FURADEIRA COM MARTELETE; LAVA JATO; COMPRESSOR DE AR; BROCA PARA CONCRETO COM 13mm DE DIÂMETRO E COMPRIMENTO MÍNIMO DE 6cm.
PREPARAÇÃO DA CHAPA DE AÇO	<ol style="list-style-type: none"> A CHAPA DE AÇO DEVE ESTAR FURADA, LIMPA E COM SUA SUPERFÍCIE JATEADA A GRANALHA CONFORME PRANCHA 02. 	
ESCORAMENTO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> RETIRE TODA CARGA POSSÍVEL E ESCORE AS LAJES QUE CERCAM A VIGA A SER REPARADA 	- ESCORAS METÁLICAS.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE I)	<ol style="list-style-type: none"> INTRODUZA O CHUMBADOR MONTADO ATRAVÉS DO FURO. APERTE O PARAFUSO COM TORQUE SUFICIENTE PARA EXPANDIR A JAQUETA; SOLTE O PARAFUSO. 	<ul style="list-style-type: none"> CHUMBADOR; CHAVE DE BOCA;
COLAGEM DA CHAPA	<ol style="list-style-type: none"> PASSE A COLA EPÓXI NA CHAPA NUMA ESPESSURA PRÓXIMA A 1mm. POSICIONE E PRESSIONE A CHAPA CONTRA A VIGA POR MEIO DE ESCORAS METÁLICAS. <p>AVISO: FIQUE ATENTO AO TEMPO DE APLICAÇÃO DA COLA (60 MINUTOS).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ESCORAS METÁLICAS; COLA EPÓXI.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE II)	<ol style="list-style-type: none"> RECOLOQUE O PARAFUSO E DÊ O TORQUE FINAL. 	<ul style="list-style-type: none"> CHUMBADOR; CHAVE DE BOCA;
LIBERAÇÃO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> MANTENHA AS ESCORAS POSICIONADAS PELO PERÍODO MÍNIMO DE 24 HORAS; ESPERE O TÉRMINO DE CURA DA COLA PARA CARREGAR A ESTRUTURA (7 DIAS). 	
PINTURA ANTICORROSIVA	<ol style="list-style-type: none"> LIMPE A SUPERFÍCIE DA CHAPA COM ÁGUA E SABÃO NEUTRO E, POSTERIORMENTE, DEIXE A SUPERFÍCIE SECA. APLIQUE DUAS DEMÃOS DE TINTA DE POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO COM PISTOLA CONVENCIONAL. 	<ul style="list-style-type: none"> ÁGUA E SABÃO; COMPRESSOR DE AR; TINTA DE POLIURETANO; PISTOLA CONVENCIONAL.
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO	<ol style="list-style-type: none"> FAÇA A MISTURA DA ARGAMASSA CONFORME EMBALAGEM DO PRODUTO; APLIQUE COM ESPÁTULA OU PULVERIZADOR ATÉ ATINGIR A ESPESSURA DE 2 CM. 	<ul style="list-style-type: none"> ARGAMASSA "A"; MISTURADOR; ESPÁTULA OU PULVERIZADOR.

REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA

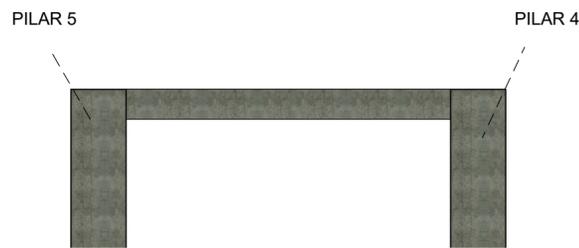
LOCAL: **RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703** FOLHA: **04**

ASSUNTO: **PLANTA DE DETALHES - VIGA 2**

AUTOR DO PROJETO: **LUIZ FERNANDO DALL'ODER**

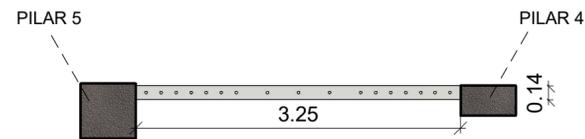


1 V3 - VISTA ISOMÉTRICA



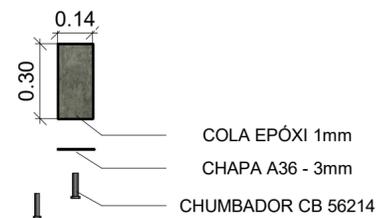
2 V3 - VISTA LATERAL

1 : 50 (escala)



3 V3 - VISTA INFERIOR

1 : 50 (escala)



4 V3 - VISTA TRANSVERSAL

1 : 20 (escala)

CHUMBADORES CÓDIGO CB 56214							
DIÂMETRO DA ROSCA	DIÂMETRO DO FURO	COMPRIMENTO DO PARAFUSO	COMPRIMENTO DA JAQUETA	PROFUNDIDADE MÍNIMA DO FURO	CARGAS MÉDIAS TRAÇÃO	CARGAS MÉDIAS CISLHAMENTO	QUANTIDADE
5/16"	1/2" (13mm)	2 1/4"	38mm	2 1/4" (57mm)	1600 kgf	1190 kgf	17 un.

COLA EPÓXI MARCA "A"							
TEMPO DE APLICAÇÃO	VISCOSIDADE	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 24 HORAS	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 7 DIAS	CURA INICIAL	CURA FINAL	QUANTIDADE
1 HORA	BAIXA	5 A 35 (°C)	>40MPa	>60MPa	24 HORAS	7 DIAS	850g

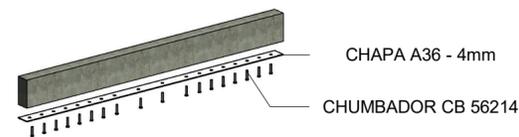
CHAPA DE AÇO				
NOME	DENOMINAÇÃO	Fy (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE
V3	A36	250	3250X140X3	1

TINTAS PROTETIVA				
NOME	NÚMERO DE DEMÃOS	ESPESSURA DA DEMÃO SECA	TEMPO ENTRE DEMÃOS	QUANTIDADE (L)
"B" POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO	2	140µm	6 Horas	0,15

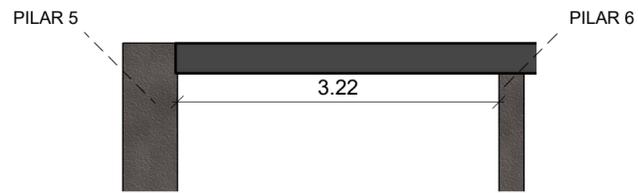
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO			
NOME	ESPESSURA FINAL (cm)	TRF (min)	QUANTIDADE (KG)
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA "A"	2	> 60	5

ETAPAS EXECUTIVAS PARA O REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA COM RESINA EPOXIDÍLICA		
ETAPA	DESCRIÇÃO	FERRAMENTAS
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	<ol style="list-style-type: none"> REMOVA TODA PINTURA, REBOCO E CHAPISCO EXISTENTE NO ELEMENTO ESTRUTURAL A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO. APICOE O CONCRETO A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO CERCA DE 10mm. UTILIZE A CHAPA DE AÇO COMO GABARITO E COM UMA FURADEIRA, COM BROCA 13mm, FURE A SUPERFÍCIE DE CONCRETO APROXIMADAMENTE 57mm NOS PONTOS FURADOS DA CHAPA (MARQUE A PONTA DA BROCA PARA SABER SE ATINGIU O COMPRIMENTO DO FURO) E LIMPE O FURO. LAVE A SUPERFÍCIE COM JATOS DE ÁGUA PRESSURIZADA E APÓS SE DEVE SECAR A SUPERFÍCIE COM AR COMPRIMIDO. <p>AVISO: A SUPERFÍCIE DEVE FICAR LIMPA, SEM POEIRA, ÓLEOS E CERAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - FURADEIRA COM MARTELETE; - LAVA JATO; - COMPRESSOR DE AR; - BROCA PARA CONCRETO COM 13mm DE DIÂMETRO E COMPRIMENTO MÍNIMO DE 6cm.
PREPARAÇÃO DA CHAPA DE AÇO	<ol style="list-style-type: none"> A CHAPA DE AÇO DEVE ESTAR FURADA, LIMPA E COM SUA SUPERFÍCIE JATEADA A GRANALHA CONFORME PRANCHA 02. 	
ESCORAMENTO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> RETIRE TODA CARGA POSSÍVEL E ESCORE AS LAJES QUE CERCAM A VIGA A SER REPARADA 	- ESCORAS METÁLICAS.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE I)	<ol style="list-style-type: none"> INTRODUZA O CHUMBADOR MONTADO ATRAVÉS DO FURO. APERTE O PARAFUSO COM TORQUE SUFICIENTE PARA EXPANDIR A JAQUETA; SOLTE O PARAFUSO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CHUMBADOR; - CHAVE DE BOCA;
COLAGEM DA CHAPA	<ol style="list-style-type: none"> PASSE A COLA EPÓXI NA CHAPA NUMA ESPESSURA PRÓXIMA A 1mm. POSICIONE E PRESSIONE A CHAPA CONTRA A VIGA POR MEIO DE ESCORAS METÁLICAS. <p>AVISO: FIQUE ATENTO AO TEMPO DE APLICAÇÃO DA COLA (60 MINUTOS).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ESCORAS METÁLICAS; - COLA EPÓXI.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE II)	<ol style="list-style-type: none"> RECOLOQUE O PARAFUSO E DÊ O TORQUE FINAL. 	<ul style="list-style-type: none"> - CHUMBADOR; - CHAVE DE BOCA;
LIBERAÇÃO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> MANTENHA AS ESCORAS POSICIONADAS PELO PERÍODO MÍNIMO DE 24 HORAS; ESPERE O TÉRMINO DE CURA DA COLA PARA CARREGAR A ESTRUTURA (7 DIAS). 	
PINTURA ANTICORROSIVA	<ol style="list-style-type: none"> LIMPE A SUPERFÍCIE DA CHAPA COM ÁGUA E SABÃO NEUTRO E, POSTERIORMENTE, DEIXE A SUPERFÍCIE SECA. APLIQUE DUAS DEMÃOS DE TINTA DE POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO COM PISTOLA CONVENCIONAL. 	<ul style="list-style-type: none"> - ÁGUA E SABÃO; - COMPRESSOR DE AR; - TINTA DE POLIURETANO; - PISTOLA CONVENCIONAL.
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO	<ol style="list-style-type: none"> FAÇA A MISTURA DA ARGAMASSA CONFORME EMBALAGEM DO PRODUTO; APLIQUE COM ESPÁTULA OU PULVERIZADOR ATÉ ATINGIR A ESPESSURA DE 2 CM. 	<ul style="list-style-type: none"> - ARGAMASSA "A"; - MISTURADOR; - ESPÁTULA OU PULVERIZADOR.

REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA	
LOCAL: RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703	FOLHA: 05
ASSUNTO: PLANTA DE DETALHES - VIGA 3	
AUTOR DO PROJETO: LUIZ FERNANDO DALL'ONDER	



1 V4 - VISTA ISOMÉTRICA



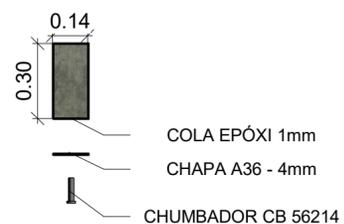
2 V4 - VISTA LATERAL

1 : 50 (escala)



3 V4 - VISTA INFERIOR

1 : 50 (escala)



4 V4 - VISTA TRANSVERSAL

1 : 20 (escala)

CHUMBADORES CÓDIGO CB 56214							
DIÂMETRO DA ROSCA	DIÂMETRO DO FURO	COMPRIMENTO DO PARAFUSO	COMPRIMENTO DA JAQUETA	PROFUNDIDADE MÍNIMA DO FURO	CARGAS MÉDIAS TRAÇÃO	CARGAS MÉDIAS CISLHAMENTO	QUANTIDADE
5/16"	1/2" (13mm)	2 1/4"	38mm	2 1/4" (57mm)	1600 kgf	1190 kgf	18 un.

COLA EPÓXI MARCA "A"							
TEMPO DE APLICAÇÃO	VISCOSIDADE	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 24 HORAS	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 7 DIAS	CURA INICIAL	CURA FINAL	QUANTIDADE
1 HORA	BAIXA	5 A 35 (°C)	>40MPa	>60MPa	24 HORAS	7 DIAS	850g

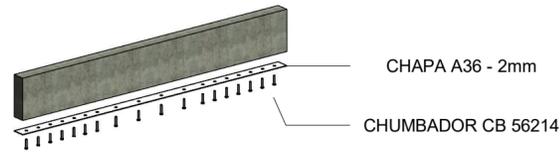
CHAPA DE AÇO				
NOME	DENOMINAÇÃO	Fy (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE
V4	A36	250	3220X140X4	1

TINTAS PROTETIVA				
NOME	NÚMERO DE DEMÃOS	ESPESSURA DA DEMÃO SECA	TEMPO ENTRE DEMÃOS	QUANTIDADE (L)
"B" POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO	2	140µm	6 Horas	0,15

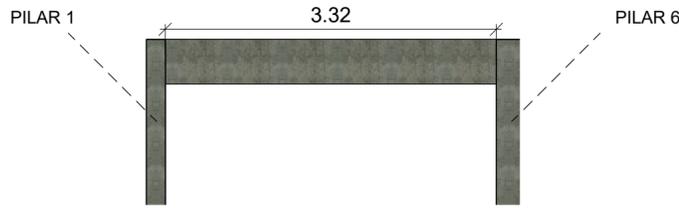
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO			
NOME	ESPESSURA FINAL (cm)	TRF (min)	QUANTIDADE (KG)
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA "A"	2	> 60	4,5

ETAPAS EXECUTIVAS PARA O REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA COM RESINA EPOXIDÍLICA		
ETAPA	DESCRIÇÃO	FERRAMENTAS
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	<ol style="list-style-type: none"> REMOVA TODA PINTURA, REBOCO E CHAPISCO EXISTENTE NO ELEMENTO ESTRUTURAL A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO. APICOE O CONCRETO A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO CERCA DE 10mm. UTILIZE A CHAPA DE AÇO COMO GABARITO E COM UMA FURADEIRA, COM BROCA 13mm, FURE A SUPERFÍCIE DE CONCRETO APROXIMADAMENTE 57mm NOS PONTOS FURADOS DA CHAPA (MARQUE A PONTA DA BROCA PARA SABER SE ATINGIU O COMPRIMENTO DO FURO) E LIMPE O FURO. LAVE A SUPERFÍCIE COM JATOS DE ÁGUA PRESSURIZADA E APÓS SE DEVE SECAR A SUPERFÍCIE COM AR COMPRIMIDO. <p>AVISO: A SUPERFÍCIE DEVE FICAR LIMPA, SEM POEIRA, ÓLEOS E CERAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> FURADEIRA COM MARTELETE; LAVA JATO; COMPRESSOR DE AR; BROCA PARA CONCRETO COM 13mm DE DIÂMETRO E COMPRIMENTO MÍNIMO DE 6cm.
PREPARAÇÃO DA CHAPA DE AÇO	<ol style="list-style-type: none"> A CHAPA DE AÇO DEVE ESTAR FURADA, LIMPA E COM SUA SUPERFÍCIE JATEADA A GRANALHA CONFORME PRANCHA 02. 	
ESCORAMENTO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> RETIRE TODA CARGA POSSÍVEL E ESCORE AS LAJES QUE CERCAM A VIGA A SER REPARADA 	- ESCORAS METÁLICAS.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE I)	<ol style="list-style-type: none"> INTRODUZA O CHUMBADOR MONTADO ATRAVÉS DO FURO. APERTE O PARAFUSO COM TORQUE SUFICIENTE PARA EXPANDIR A JAQUETA; SOLTE O PARAFUSO. 	<ul style="list-style-type: none"> CHUMBADOR; CHAVE DE BOCA;
COLAGEM DA CHAPA	<ol style="list-style-type: none"> PASSE A COLA EPÓXI NA CHAPA NUMA ESPESSURA PRÓXIMA A 1mm. POSICIONE E PRESSIONE A CHAPA CONTRA A VIGA POR MEIO DE ESCORAS METÁLICAS. <p>AVISO: FIQUE ATENTO AO TEMPO DE APLICAÇÃO DA COLA (60 MINUTOS).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ESCORAS METÁLICAS; COLA EPÓXI.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE II)	<ol style="list-style-type: none"> RECOLOQUE O PARAFUSO E DÊ O TORQUE FINAL. 	<ul style="list-style-type: none"> CHUMBADOR; CHAVE DE BOCA;
LIBERAÇÃO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> MANTENHA AS ESCORAS POSICIONADAS PELO PERÍODO MÍNIMO DE 24 HORAS; ESPERE O TÉRMINO DE CURA DA COLA PARA CARREGAR A ESTRUTURA (7 DIAS). 	
PINTURA ANTICORROSIVA	<ol style="list-style-type: none"> LIMPE A SUPERFÍCIE DA CHAPA COM ÁGUA E SABÃO NEUTRO E, POSTERIORMENTE, DEIXE A SUPERFÍCIE SECA. APLIQUE DUAS DEMÃOS DE TINTA DE POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO COM PISTOLA CONVENCIONAL. 	<ul style="list-style-type: none"> ÁGUA E SABÃO; COMPRESSOR DE AR; TINTA DE POLIURETANO; PISTOLA CONVENCIONAL.
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO	<ol style="list-style-type: none"> FAÇA A MISTURA DA ARGAMASSA CONFORME EMBALAGEM DO PRODUTO; APLIQUE COM ESPÁTULA OU PULVERIZADOR ATÉ ATINGIR A ESPESSURA DE 2 CM. 	<ul style="list-style-type: none"> ARGAMASSA "A"; MISTURADOR; ESPÁTULA OU PULVERIZADOR.

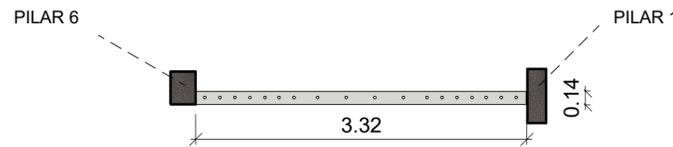
REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA		
LOCAL:	RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703	FOLHA: 06
ASSUNTO:	PLANTA DE DETALHES - VIGA 4	
AUTOR DO PROJETO:	LUIZ FERNANDO DALL'ONDER	



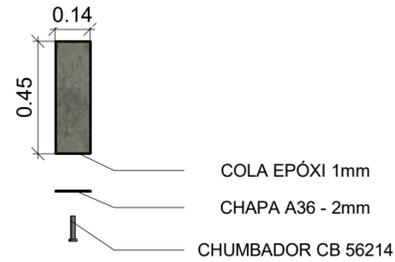
1 V5 - VISTA ISOMÉTRICA



2 V5 - VISTA LATERAL
1 : 50 (escala)



3 V5 - VISTA INFERIOR
1 : 50



4 V5 - VISTA TRANSVERSAL
1 : 20 (escala)

CHUMBADORES CÓDIGO CB 56214							
DIÂMETRO DA ROSCA	DIÂMETRO DO FURO	COMPRIMENTO DO PARAFUSO	COMPRIMENTO DA JAQUETA	PROFUNDIDADE MÍNIMA DO FURO	CARGAS MÉDIAS TRAÇÃO	CARGAS MÉDIAS CISALHAMENTO	QUANTIDADE
5/16"	1/2" (13mm)	2 1/4"	38mm	2 1/4" (57mm)	1600 kgf	1190 kgf	18 un.

COLA EPÓXI MARCA "A"							
TEMPO DE APLICAÇÃO	VISCOSIDADE	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 24 HORAS	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 7 DIAS	CURA INICIAL	CURA FINAL	QUANTIDADE
1 HORA	BAIXA	5 A 35 (°C)	>40MPa	>60MPa	24 HORAS	7 DIAS	850g

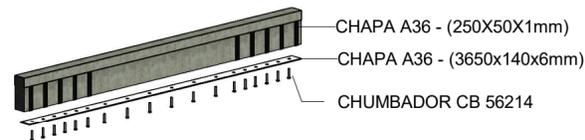
CHAPA DE AÇO				
NOME	DENOMINAÇÃO	Fy (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE
V5	A36	250	3320X140X2	1

TINTAS PROTETIVA				
NOME	NÚMERO DE DEMÃOS	ESPESSURA DA DEMÃO SECA	TEMPO ENTRE DEMÃOS	QUANTIDADE (L)
"B" POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO	2	140µm	6 Horas	0,15

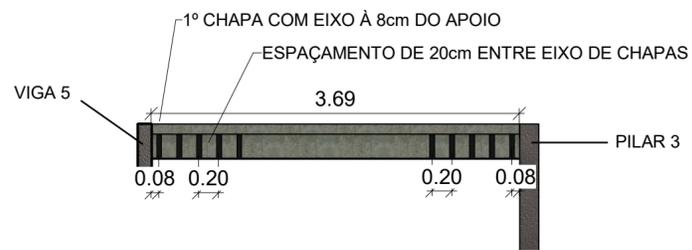
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO			
NOME	ESPESSURA FINAL (cm)	TRF (min)	QUANTIDADE (KG)
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA "A"	2	> 60	4,5

ETAPAS EXECUTIVAS PARA O REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA COM RESINA EPOXIDÍLICA		
ETAPA	DESCRIÇÃO	FERRAMENTAS
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	<ol style="list-style-type: none"> REMOVA TODA PINTURA, REBOCO E CHAPISCO EXISTENTE NO ELEMENTO ESTRUTURAL A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO. APICOE O CONCRETO A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO CERCA DE 10mm. UTILIZE A CHAPA DE AÇO COMO GABARITO E COM UMA FURADEIRA, COM BROCA 13mm, FURE A SUPERFÍCIE DE CONCRETO APROXIMADAMENTE 57mm NOS PONTOS FURADOS DA CHAPA (MARQUE A PONTA DA BROCA PARA SABER SE ATINGIU O COMPRIMENTO DO FURO) E LIMPE O FURO. LAVE A SUPERFÍCIE COM JATOS DE ÁGUA PRESSURIZADA E APÓS SE DEVE SECAR A SUPERFÍCIE COM AR COMPRIDO. <p>AVISO: A SUPERFÍCIE DEVE FICAR LIMPA, SEM POEIRA, ÓLEOS E CERAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> FURADEIRA COM MARTELETE; LAVA JATO; COMPRESSOR DE AR; BROCA PARA CONCRETO COM 13mm DE DIÂMETRO E COMPRIMENTO MÍNIMO DE 6cm.
PREPARAÇÃO DA CHAPA DE AÇO	<ol style="list-style-type: none"> A CHAPA DE AÇO DEVE ESTAR FURADA, LIMPA E COM SUA SUPERFÍCIE JATEADA A GRANALHA CONFORME PRANCHA 02. 	
ESCORAMENTO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> RETIRE TODA CARGA POSSÍVEL E ESCORE AS LAJES QUE CERCAM A VIGA A SER REPARADA 	<ul style="list-style-type: none"> ESCORAS METÁLICAS.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE I)	<ol style="list-style-type: none"> INTRODUZA O CHUMBADOR MONTADO ATRAVÉS DO FURO. APERTE O PARAFUSO COM TORQUE SUFICIENTE PARA EXPANDIR A JAQUETA; SOLTE O PARAFUSO. 	<ul style="list-style-type: none"> CHUMBADOR; CHAVE DE BOCA;
COLAGEM DA CHAPA	<ol style="list-style-type: none"> PASSE A COLA EPÓXI NA CHAPA NUMA ESPESSURA PRÓXIMA A 1mm. POSICIONE E PRESSIONE A CHAPA CONTRA A VIGA POR MEIO DE ESCORAS METÁLICAS. <p>AVISO: FIQUE ATENTO AO TEMPO DE APLICAÇÃO DA COLA (60 MINUTOS).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ESCORAS METÁLICAS; COLA EPÓXI.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE II)	<ol style="list-style-type: none"> RECOLOQUE O PARAFUSO E DÊ O TORQUE FINAL. 	<ul style="list-style-type: none"> CHUMBADOR; CHAVE DE BOCA;
LIBERAÇÃO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> MANTENHA AS ESCORAS POSICIONADAS PELO PERÍODO MÍNIMO DE 24 HORAS; ESPERE O TÉRMINO DE CURA DA COLA PARA CARREGAR A ESTRUTURA (7 DIAS). 	
PINTURA ANTICORROSIVA	<ol style="list-style-type: none"> LIMPE A SUPERFÍCIE DA CHAPA COM ÁGUA E SABÃO NEUTRO E, POSTERIORMENTE, DEIXE A SUPERFÍCIE SECA. APLIQUE DUAS DEMÃOS DE TINTA DE POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO COM PISTOLA CONVENCIONAL. 	<ul style="list-style-type: none"> ÁGUA E SABÃO; COMPRESSOR DE AR; TINTA DE POLIURETANO; PISTOLA CONVENCIONAL.
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO	<ol style="list-style-type: none"> FAÇA A MISTURA DA ARGAMASSA CONFORME EMBALAGEM DO PRODUTO; APLIQUE COM ESPÁTULA OU PULVERIZADOR ATÉ ATINGIR A ESPESSURA DE 2 CM. 	<ul style="list-style-type: none"> ARGAMASSA "A"; MISTURADOR; ESPÁTULA OU PULVERIZADOR.

REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA	
LOCAL: RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703	FOLHA: 07
ASSUNTO: PLANTA DE DETALHES - VIGA 5	
AUTOR DO PROJETO: LUIZ FERNANDO DALL'ONDER	

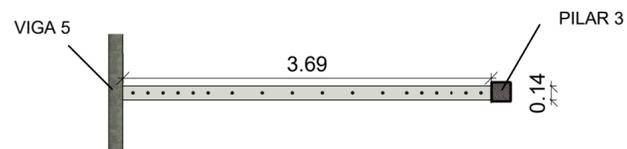


1 V1 - VISTA ISOMÉTRICA



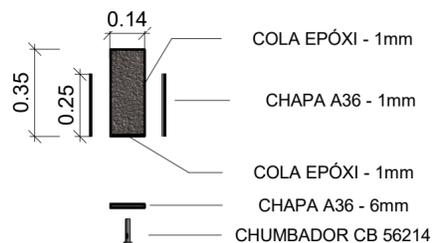
3 V1- VISTA LATERAL

1 : 50 (escala)



2 V1 - VISTA INFERIOR

1 : 50 (escala)



4 V1 - VISTA TRANSVERSAL

1 : 20 (escala)

CHUMBADORES CÓDIGO CB 56214							
DIÂMETRO DA ROSCA	DIÂMETRO DO FURO	COMPRIMENTO DO PARAFUSO	COMPRIMENTO DA JAQUETA	PROFUNDIDADE MÍNIMA DO FURO	CARGAS MÉDIAS TRAÇÃO	CARGAS MÉDIAS CISLHAMENTO	QUANTIDADE
5/16"	1/2" (13mm)	2 1/4"	38mm	2 1/4" (57mm)	1600 kgf	1190 kgf	18

COLA EPÓXI MARCA "A"							
TEMPO DE APLICAÇÃO	VISCOSIDADE	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 24 HORAS	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 7 DIAS	CURA INICIAL	CURA FINAL	QUANTIDADE
1 HORA	BAIXA	5 A 35 (°C)	>40MPa	>60MPa	24 HORAS	7 DIAS	1,5 Kg

CHAPA DE AÇO				
NOME	DENOMINAÇÃO	Fy (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE
V1 - A	A36	250	250X50X1	20
V1 - B	A36	250	3690X140X6	1

TINTAS PROTETIVA				
NOME	NÚMERO DE DEMÃOS	ESPESSURA DA DEMÃO SECA	TEMPO ENTRE DEMÃOS	QUANTIDADE (L)
"B" POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO	2	140µm	6 Horas	0,15

ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO			
NOME	ESPESSURA FINAL (cm)	TRF (min)	QUANTIDADE (KG)
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA "A"	2	> 60	5

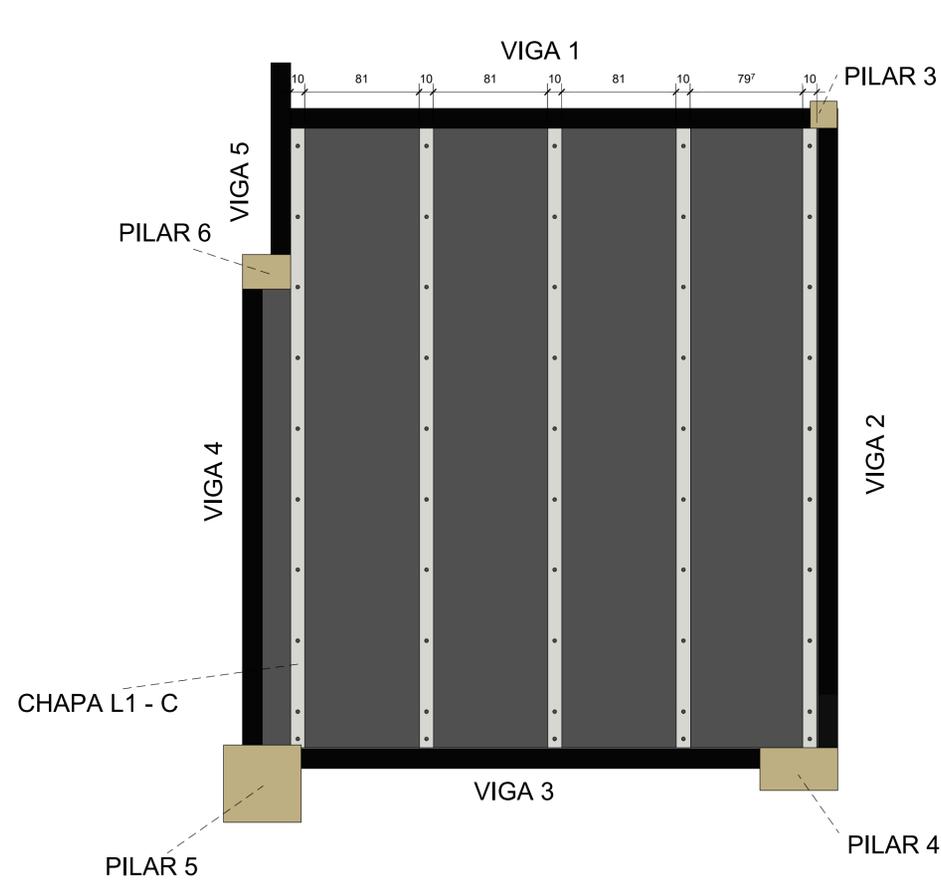
ETAPAS EXECUTIVAS PARA O REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA COM RESINA EPOXIDÍLICA		
ETAPA	DESCRIÇÃO	FERRAMENTAS
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	<ol style="list-style-type: none"> REMOVA TODA PINTURA, REBOCO E CHAPISCO EXISTENTE NO ELEMENTO ESTRUTURAL A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO. APICOE O CONCRETO A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO CERCA DE 10mm. UTILIZE A CHAPA DE AÇO COMO GABARITO E COM UMA FURADEIRA, COM BROCA 13mm, FURE A SUPERFÍCIE DE CONCRETO APROXIMADAMENTE 57mm NOS PONTOS FURADOS DA CHAPA (MARQUE A PONTA DA BROCA PARA SABER SE ATINGIU O COMPRIMENTO DO FURO) E LIMPE O FURO. LAVE A SUPERFÍCIE COM JATOS DE ÁGUA PRESSURIZADA E APÓS SE DEVE SECAR A SUPERFÍCIE COM AR COMPRIMIDO. <p>AVISO: A SUPERFÍCIE DEVE FICAR LIMPA, SEM POEIRA, ÓLEOS E CERAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - FURADEIRA COM MARTELETE; - LAVA JATO; - COMPRESSOR DE AR; - BROCA PARA CONCRETO COM 13mm DE DIÂMETRO E COMPRIMENTO MÍNIMO DE 6cm.
PREPARAÇÃO DA CHAPA DE AÇO	<ol style="list-style-type: none"> A CHAPA DE AÇO DEVE ESTAR FURADA, LIMPA E COM SUA SUPERFÍCIE JATEADA A GRANALHA CONFORME PRANCHA 02. 	
ESCORAMENTO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> RETIRE TODA CARGA POSSÍVEL E ESCORE AS LAJES QUE CERCAM A VIGA A SER REPARADA 	- ESCORAS METÁLICAS.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE I)	<ol style="list-style-type: none"> INTRODUZA O CHUMBADOR MONTADO ATRAVÉS DO FURO. APERTE O PARAFUSO COM TORQUE SUFICIENTE PARA EXPANDIR A JAQUETA; SOLTE O PARAFUSO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CHUMBADOR; - CHAVE DE BOCA;
COLAGEM DA CHAPA	<ol style="list-style-type: none"> PASSE A COLA EPÓXI NA CHAPA NUMA ESPESSURA PRÓXIMA A 1mm. POSICIONE E PRESSIONE A CHAPA CONTRA A VIGA POR MEIO DE ESCORAS METÁLICAS. <p>AVISO: FIQUE ATENTO AO TEMPO DE APLICAÇÃO DA COLA (60 MINUTOS).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ESCORAS METÁLICAS; - COLA EPÓXI.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE II)	<ol style="list-style-type: none"> RECOLOQUE O PARAFUSO E DÊ O TORQUE FINAL. 	<ul style="list-style-type: none"> - CHUMBADOR; - CHAVE DE BOCA;
LIBERAÇÃO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> MANTENHA AS ESCORAS POSICIONADAS PELO PERÍODO MÍNIMO DE 24 HORAS; ESPERE O TÉRMINO DE CURA DA COLA PARA CARREGAR A ESTRUTURA (7 DIAS). 	
PINTURA ANTICORROSIVA	<ol style="list-style-type: none"> LIMPE A SUPERFÍCIE DA CHAPA COM ÁGUA E SABÃO NEUTRO E, POSTERIORMENTE, DEIXE A SUPERFÍCIE SECA. APLIQUE DUAS DEMÃOS DE TINTA DE POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO COM PISTOLA CONVENCIONAL. 	<ul style="list-style-type: none"> - ÁGUA E SABÃO; - COMPRESSOR DE AR; - TINTA DE POLIURETANO; - PISTOLA CONVENCIONAL.
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO	<ol style="list-style-type: none"> FAÇA A MISTURA DA ARGAMASSA CONFORME EMBALAGEM DO PRODUTO; APLIQUE COM ESPÁTULA OU PULVERIZADOR ATÉ ATINGIR A ESPESSURA DE 2 CM. 	<ul style="list-style-type: none"> - ARGAMASSA "A"; - MISTURADOR; - ESPÁTULA OU PULVERIZADOR.

REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA

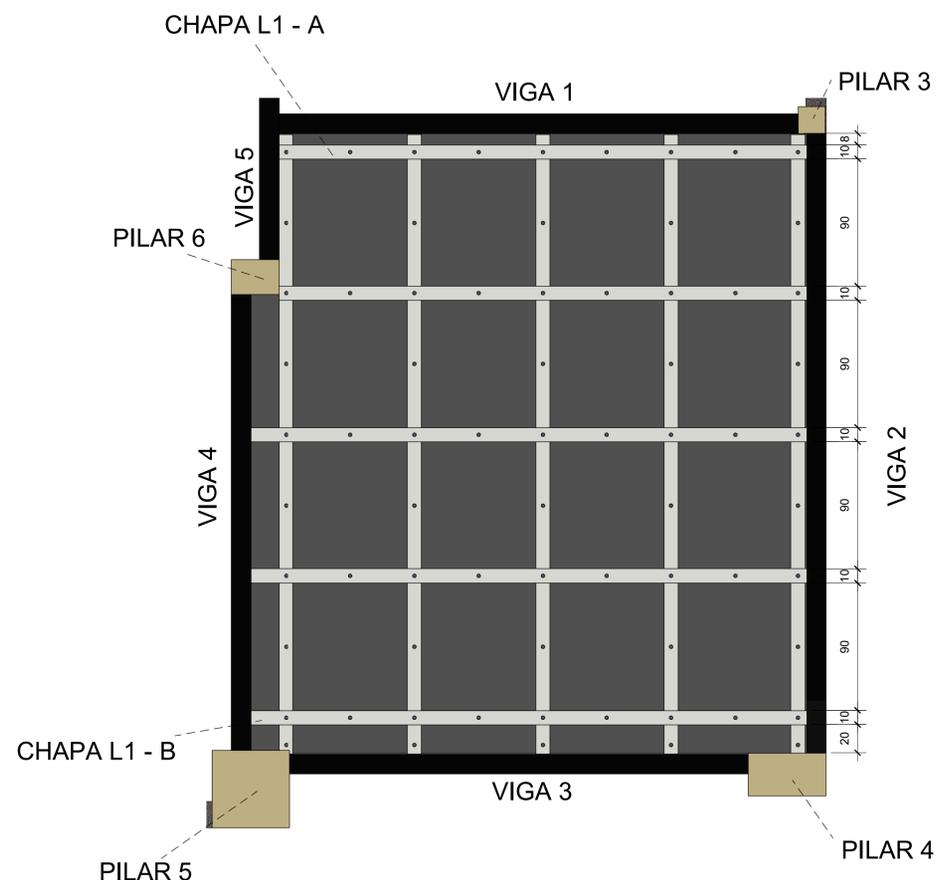
LOCAL: **RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703** FOLHA: **03**

ASSUNTO: **PLANTA DE DETALHES - VIGA 1**

AUTOR DO PROJETO: **LUIZ FERNANDO DALL'ONDER**



1 L1 - VISTA INFERIOR (1ª ETAPA)
1 : 25 (escala)



2 L1 - VISTA INFERIOR (2ª ETAPA)
1 : 25

ETAPAS EXECUTIVAS PARA O REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA COM RESINA EPOXIDILICA		
ETAPA	DESCRIÇÃO	FERRAMENTAS
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE CONCRETO	<ol style="list-style-type: none"> 1. REMOVA TODA PINTURA, REBOCO E CHAPISCO EXISTENTE NO ELEMENTO ESTRUTURAL A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO. 2. APICOE O CONCRETO A TER CONTATO COM A CHAPA DE AÇO CERCA DE 10mm. 3. UTILIZE A CHAPA DE AÇO COMO GABARITO E COM UMA FURADEIRA, COM BROCA 13mm, FURE A SUPERFÍCIE DE CONCRETO APROXIMADAMENTE 57mm NOS PONTOS FURADOS DA CHAPA. (MARQUE A PONTA DA BROCA PARA SABER SE ATINGIU O COMPRIMENTO DO FURO) E LIMPE O FURO. 4. LAVE A SUPERFÍCIE COM JATOS DE ÁGUA PRESSURIZADA E APÓS SE DEVE SECAR A SUPERFÍCIE COM AR COMPRIMIDO. <p>AVISO: A SUPERFÍCIE DEVE FICAR LIMPA, SEM POEIRA, ÓLEOS E CERAS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - FURADEIRA COM MARTELETE; - LAVA JATO; - COMPRESSOR DE AR; - BROCA PARA CONCRETO COM 13mm DE DIÂMETRO E COMPRIMENTO MÍNIMO DE 6cm.
PREPARAÇÃO DA CHAPA DE AÇO	<ol style="list-style-type: none"> 1. A CHAPA DE AÇO DEVE ESTAR FURADA, LIMPA E COM SUA SUPERFÍCIE JATEADA A GRANALHA CONFORME PRANCHA 02. 	
ESCORAMENTO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> 1. RETIRE TODA CARGA POSSÍVEL SOBRE A LAJE. 1. ESCORE O ELEMENTO ESTRUTURAL. 	- ESCORAS METÁLICAS.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE I)	<ol style="list-style-type: none"> 1. INTRODUZA O CHUMBADOR MONTADO ATRAVÉS DO FURO. 2. APERTE O PARAFUSO COM TORQUE SUFICIENTE PARA EXPANDIR A JAQUETA; 3. SOLTE O PARAFUSO. 	<ul style="list-style-type: none"> - CHUMBADOR; - CHAVE DE BOCA;
COLAGEM DA CHAPA	<ol style="list-style-type: none"> 1. PASSE A COLA EPÓXI NA CHAPA NUMA ESPESURA PRÓXIMA A 1mm. 2. POSICIONE E PRESSIONE A CHAPA CONTRA A LAJE POR MEIO DE ESCORAS METÁLICAS. <p>AVISO: FIQUE ATENTO AO TEMPO DE APLICAÇÃO DA COLA (60 MINUTOS).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ESCORAS METÁLICAS; - COLA EPÓXI.
FIXAÇÃO DOS CHUMBADORES (PARTE II)	<ol style="list-style-type: none"> 1. RECOLOQUE O PARAFUSO E DÊ O TORQUE FINAL. 	<ul style="list-style-type: none"> - CHUMBADOR; - CHAVE DE BOCA;
LIBERAÇÃO DA ESTRUTURA	<ol style="list-style-type: none"> 1. MANTENHA AS ESCORAS POSICIONADAS PELO PERÍODO MÍNIMO DE 24 HORAS; 2. ESPERE O TÉRMINO DE CURA DA COLA PARA CARREGAR A ESTRUTURA (7 DIAS). 	
PINTURA ANTICORROSIVA	<ol style="list-style-type: none"> 1. LIMPE A SUPERFÍCIE DA CHAPA COM ÁGUA E SABÃO NEUTRO E, POSTERIORMENTE, DEIXE A SUPERFÍCIE SECA. 2. APLIQUE DUAS DEMÃOS DE TINTA DE POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO COM PISTOLA CONVENCIONAL. 	<ul style="list-style-type: none"> - ÁGUA E SABÃO; - COMPRESSOR DE AR; - TINTA DE POLIURETANO; - PISTOLA CONVENCIONAL.
ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO	<ol style="list-style-type: none"> 1. FAÇA A MISTURA DA ARGAMASSA CONFORME EMBALAGEM DO PRODUTO; 2. APLIQUE COM ESPÁTULA OU PULVERIZADOR ATÉ ATINGIR A ESPESURA DE 2 CM. 	<ul style="list-style-type: none"> - ARGAMASSA "A"; - MISTURADOR; - ESPÁTULA OU PULVERIZADOR.

CHUMBADORES CÓDIGO CB 56214							
DIÂMETRO DA ROSCA	DIÂMETRO DO FURO	COMPRIMENTO DO PARAFUSO	COMPRIMENTO DA JAQUETA	PROFUNDIDADE MÍNIMA DO FURO	CARGAS MÉDIAS TRAÇÃO	CARGAS MÉDIAS CISCALHAMENTO	QUANTIDADE
5/16"	1/2" (13mm)	2 1/4"	38mm	2 1/4" (57mm)	1600 kgf	1190 kgf	95 un.

CHAPA DE AÇO				
NOME	DENOMINAÇÃO	Fy (MPa)	DIMENSÕES (mm)	QUANTIDADE
L1 - A	A36	250	3740x100x1	2 un.
L1 - B	A36	250	3940x100x1	3 un.
L1 - C	A36	250	4380x100x1	5 un.

COLA EPÓXI MARCA "A"							
TEMPO DE APLICAÇÃO	VISCOSIDADE	TEMPERATURA DE APLICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 24 HORAS	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO 7 DIAS	CURA INICIAL	CURA FINAL	QUANTIDADE
1 HORA	BAIXA	5 A 35 (°C)	>40MPa	>60MPa	24 HORAS	7 DIAS	8 Kg

TINTAS PROTETIVA				
NOME	NÚMERO DE DEMÃOS	ESPESURA DA DEMÃO SECA	TEMPO ENTRE DEMÃOS	QUANTIDADE (L)
"T" POLIURETANO DUPLA FUNÇÃO	2	140µm	6 Horas	1,25

ARGAMASSA RESISTENTE AO FOGO			
NOME	ESPESURA FINAL (cm)	TRF (min)	QUANTIDADE (KG)
ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA "A"	2	> 60	160

REFORÇO ESTRUTURAL COM CHAPA COLADA

LOCAL: RUA A - NÚMERO 1 - APTO 703

FOLHA: 08

ASSUNTO: PLANTA DE DETALHES - LAJE 1

AUTOR DO PROJETO: LUIZ FERNANDO DALL'ONDER

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE REFORÇO COM CHAPA DE AÇO COLADA

Projetista: Luiz Fernando Dall'Onder

Porto alegre

Mai 2021

Sumário

1. Introdução.....	3
2. Materiais do reforço	4
2.1 Chapa de aço	4
2.2 Cola epoxidílica.....	4
2.3 Chumbadores mecânicos.....	4
2.4 Pintura Protetiva.....	5
2.5 Argamassa resistente ao fogo.....	5
3. Técnicas executivas	5
3.1 Preparação da superfície de concreto	5
3.2 Preparação das chapas de aço.....	5
3.3 Escoramento da estrutura	6
3.4 Fixação dos chumbadores (parte 1).....	6
3.5 Colagem da chapa	6
3.6 Fixação dos chumbadores (parte 2).....	6
3.7 Liberação da estrutura.....	7
3.8 Pintura anticorrosiva.....	7
3.9 Argamassa resistente ao fogo.....	7
4. Manutenção e Inspeção da estrutura.....	8

1. Introdução.

Este memorial refere-se ao reforço estrutural com chapa colada a ser realizado no edifício localizado na Rua A, número 1 nas lajes e vigas de forro, mencionadas no croqui abaixo, do apartamento 703. Nova capacidade de carga total da laje 1: 2000 kgf/m².

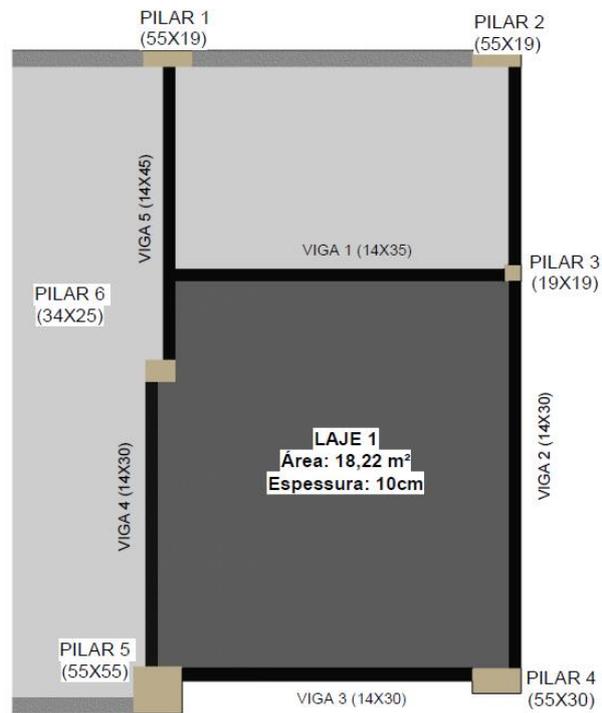


Figura 1 – Croqui das vigas e lajes reforçadas.

2. Materiais do reforço.

Fazem parte do reforço os seguintes materiais:

2.1 Chapa de aço.

Devem ser produzidas chapas de aço conforme o documento “Planta de fabricação” prancha número 02. As chapas de aço devem estar jateadas a granalha em todas as faces e furadas com broca 13 mm nas regiões indicadas. O jateamento a granalha deverá ser feito no dia anterior ao reforço e as chapas protegidas em embalagem plástica para evitar contato com contaminantes e umidade.

2.2 Cola epoxidílica.

Deverá ser comprada cola epoxidílica da marca “A” na quantidade indicada nas plantas de detalhamento (pranchas 03 a 08). Atentar-se para o período e temperatura de aplicação do produto.

Aviso:

- Não adquirir outra cola sem consultar o projetista responsável.
- Não aplicar o produto após se esgotar o período de aplicação.
- Não aplicar a cola fora do intervalo de temperatura indicado.

2.3 Chumbadores mecânicos.

Deverá ser comprado chumbadores código CB 56214 na quantidade indicada nas plantas de detalhamento (pranchas 03 a 08).

Aviso:

- Não adquirir outro chumbador sem consultar o projetista responsável.

2.4 Pintura Protetiva.

Deverá ser adquirida tinta “B” poliuretano dupla função na quantidade indicada nas plantas de detalhamento (pranchas 03 a 08).

2.5 Argamassa resistente ao fogo.

Deverá ser adquirida argamassa industrializada “A” com resistência ao fogo > 60 min na quantidade indicada nas plantas de detalhamento (pranchas 03 a 08).

3. Técnicas executivas

Siga o passo a passo abaixo para execução do reforço:

3.1 Preparação da superfície de concreto.

Deverá ser retirado todo reboco, chapisco ou pintura que estiver no elemento estrutural a ter contato com as chapas de aço. Após, com auxílio de um marteleto, apicoe toda superfície de concreto cerca de 10mm até ficar visível a brita. Utilize a chapa como gabarito e fure o concreto, aproximadamente, 57 mm nos pontos indicados na chapa de aço (marque a ponta da broca para saber se chegou na profundidade desejada). Em seguida, lave com água pressurizada o concreto até não existir mais poeira na superfície e após utilize o compressor de ar para secar o concreto.

Ferramentas necessárias para a etapa:

- Furadeira com marteleto;
- Compressor de ar;
- Broca de 13 mm com comprimento maior que 57 mm.

3.2 Preparação das chapas de aço.

As chapas de aço devem estar jateadas a granalha e livres de poeira e outros contaminantes.

3.3 Escoramento da estrutura.

Retire toda carga possível das lajes que cercam a viga e escore as lajes com escoras metálicas. Para o reforço da laje, retire toda carga possível e escore a laje. Distância entre escoras: < 80 cm.

Ferramentas necessárias para a etapa:

- Escoras metálicas.

3.4 Fixação dos chumbadores (parte 1).

Introduza o chumbador montado através do furo, aperte o parafuso até expandir a jaqueta e em seguida solte o parafuso.

Ferramentas necessárias para a etapa:

- Chumbador;
- Chave de boca.

3.5 Colagem da chapa.

Passa a cola na chapa metálica na espessura próxima de 1mm, após posicione e pressione a chapa contra o elemento estrutural com auxílio das escoras metálicas. Preencha os vazios remanescentes com cola epóxi. Respeite o período e temperatura de aplicação da cola epóxi. Aperte o parafuso até expandir a jaqueta e em seguida solte o parafuso.

Ferramentas necessárias para a etapa:

- Escoras metálicas;
- Cola epóxi.

3.6 Fixação dos chumbadores (parte 2).

Recoloque o parafuso e dê o torque final. Aperte o parafuso até expandir a jaqueta e em seguida solte o parafuso.

Ferramentas necessárias para a etapa:

- Chumbador;
- Chave de boca.

3.7 Liberação da estrutura.

Mantenha a estrutura escorada pelo período mínimo de 24 horas. Espere o período de cura da cola para carregar a estrutura (7 dias).

3.8 Pintura Anticorrosiva.

Limpe a superfície com água e sabão neutro e, posteriormente, deixe a superfície seca com a utilização de ar comprimido. Aplique duas demãos de tinta de poliuretano dupla função na espessura de 140 μ m com intervalo de 6 horas entre demãos.

Ferramentas necessárias para a etapa:

- Água e sabão;
- Compressor de ar;
- Tinta de poliuretano dupla função;
- Pistola convencional.

3.9 Argamassa resistente ao fogo.

Faça a mistura da argamassa com água na dosagem indicada na embalagem do produto com misturador mecânico. Aplique com espátula ou pulverizador até atingir a espessura indicada em projeto (2 cm).

Ferramentas necessárias para a etapa:

- Argamassa resistente ao fogo;
- Misturador mecânico;
- Espátula ou pulverizador.

4. Manutenção e inspeção da estrutura.

Para o reforço em questão foram utilizados para proteção frente a corrosão a tinta de poliuretano dupla função com durabilidade superior a 10 anos e em seguida aplicação de argamassa industrializada resistente ao fogo que dispensa manutenção.

Deve-se prever uma tampa de inspeção caso a laje 1 seja revestida com forro de gesso. Após dez anos a contar da realização do reforço, um engenheiro habilitado deve visitar o local para avaliar a situação do reforço.

Em caso de aparecimento de fissuras, estufamento do reboco na interface parede/viga reforçada ou manchas de corrosão, deve-se contatar um engenheiro habilitado.