

BERNARDO MOTA LONTRA
MATRÍCULA: 2143853/2

**COMPARATIVO DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICA,
UTILIZANDO PERFIS RESTAURADOS E PERFIS NOVOS
ESTUDO DE CASO – CONSTRUÇÃO DE GALPÕES – GAMA, DF**

**Brasília
2018**

BERNARDO MOTA LONTRA

**COMPARATIVO DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICA,
UTILIZANDO PERFIS RESTAURADOS E PERFIS NOVOS
ESTUDO DE CASO – CONSTRUÇÃO DE GALPÕES – GAMA, DF**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB– Centro Universitário de
Brasília

Orientador: Eng Civil JOCINEZ
NOGUEIRA LIMA

**Brasília
2018**

BERNARDO MOTA LONTRA

**COMPARATIVO DE CUSTOS NA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS METÁLICA,
UTILIZANDO PERFIS RESTAURADOS E PERFIS NOVOS
ESTUDO DE CASO – CONSTRUÇÃO DE GALPÕES – GAMA, DF**

Trabalho de Curso (TC) apresentado
como um dos requisitos para a
conclusão do curso de Engenharia Civil
do UniCEUB– Centro Universitário de
Brasília

Orientador: Eng Civil JOCINEZ
NOGUEIRA LIMA

Brasília, 2018.

Banca Examinadora

Eng. Civil: Jocinez Nogueira de Lima, M. Sc.
Orientador

Eng^o. Civil: Jairo Furtado Nogueira, M. Sc
Examinador Interno

Eng. Civil: Jorge A. da Cunha Oliveira, D. Sc
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer minha família, que apesar de todas as dificuldades que foram surgiram nos últimos anos, não desmotivaram e não mediram esforços para fornecer todo o melhor estudo e qualidade de vida.

Gostaria de agradecer aos professores que mostraram os caminhos para um melhor aprendizado e foram tutores nesta jornada.

Agradeço também aos meus colegas do UniCeub, que me acompanharam e auxiliaram de diversas formas durante esses 5 anos.

RESUMO

Estruturas metálicas, quando expostas as ações da natureza, começam a apresentar patologias como a corrosão. Para a proteção destas, são utilizados diversos meios como revestimentos específicos, combinação de metais para retardar o processo e uso de ligas mais resistentes. Porém, caso a estrutura comece a apresentar pontos de oxidação, não significa que esteja condenada. Existem processos que restauram estruturas metálicas. O presente trabalho destina-se a analisar o resultado da restauração de estruturas metálicas, que ficaram anos expostas a intempéries, avaliar como a montagem de galpões foi afetada pelo uso destas estruturas restauradas e o comparar o orçamento da construção utilizando as estruturas metálicas antigas com o orçamento utilizando perfis novos já que na construção civil, existem diversos meios para que haja economia na execução de uma obra, como neste caso, em que o valor do orçamento foi de 30% do que seria se houvesse compra total de novas estruturas para a execução dos galpões e o valor do m² saiu R\$130,59 em vez de R\$473,99, caso todas as peças fossem compradas.

Palavras-Chave: Estruturas metálicas. Peças. Restauração.

ABSTRACT

Metallic structures, when exposed to the actions of nature, begin to present pathologies such as corrosion. For the protection of these, several measures are used as specific coatings, combination of metals to delay the process and use of more resistant alloys. However, if the structure starts to have oxidation points, it does not mean that it is doomed. There are processes that restore metal structures. The present work aims to analyze the results of the restoration of metal structures, which have been exposed to bad weather, to evaluate how the assembly of sheds was affected by the use of these restored structures and to compare the construction budget between using the old metal structures with using new profiles since in construction, there are several ways to have savings in the execution of a work, as in this case, where the value of the budget was 30% of what would be if there were total purchase of new structures for the execution of the warehouses and the value of the m² came out R \$ R\$130,59 instead of R\$473,99, if all the pieces were bought.

Key words: Metallic structures. Parts. Restoration.

ÍNDICE DE SIGLAS

ISO – International Organization for Standardization

Kg - Quilogramas

L – Litros

M – Metros

M² - Metro Quadrado

NBR - Norma Brasileira

T - Toneladas

Und – Unidade

°C – Grau Celsio

% - Porcentagem

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - EDIFÍCIO DE MULTIPLOS ANDARES	18
Fotografia 2 – ESTRUTURA DE GALPÃO.....	19
Fotografia 3 - OBRA DE ARTE (PONTE).....	19
Fotografia 4 - ESTRUTURA RETICULADA.....	20
Fotografia 5 - ESTRUTURA TUBULAR	20
Fotografia 6 - ESTRUTURA ESPACIAL (PAVILHÃO)	21
Fotografia 7 - ESTRUTURA DE ARMAZENAMENTO (SILOS).....	21
Fotografia 8 - ESTRUTURA TENSIONADA (PONTE)	22
Fotografia 9 - CASA EXECUTADA EM STEEL FRAME	24
Fotografia 10 - PERFIL I COM TRAVAMENTO EM X.....	29
Fotografia 11 - CANTEIRO COM ESTRUTURAS EXPOSTAS.....	34
Fotografia 12 - VERIFICAÇÃO DA ESPESSURA DA PEÇA	35
Fotografia 13 - ULTRASSOM COM ESPESSURAS DAS PEÇAS.....	35
Fotografia 14 - CHASSIS COM MARCAÇÃO COM ESPESSURA	36
Fotografia 15 - APROXIMAÇÃO DAS MARCAÇÕES	36
Fotografia 16 - CAMINHÃO MUNK CARREGANDO ESTRUTURAS	37
Fotografia 17 - ADIÇÃO DE REFORÇOS NO CHASSIS INFERIOR MAIOR	37
Fotografia 18 - CALHAS REMOVIDAS	38
Fotografia 19 - NOVAS CALHAS SENDO PREPARADAS PARA INSTALAÇÃO.....	39
Fotografia 20 - GRANALHA G50.....	39
Fotografia 21 - GRANALHA SENDO RECOLHIDA PARA REUTILIZAÇÃO	40
Fotografia 22 - COMPRESSOR PARA USO DO JATO	40
Fotografia 23 - CHASSIS CONFINADOS NA CÂMARA DE JATO	41
Fotografia 24 - CHASSIS APÓS JATO	41
Fotografia 25 - DILUENTE 908 E COMPONENTE B DO SUMATANE.....	42
Fotografia 26 - CHASSIS INFERIOR MENOR APÓS APLICAÇÃO DE SUMADUR.....	43
Fotografia 27 - CHASSIS SUPERIOR MAIOR APÓS APLICAÇÃO DE SUMATANE	43
Fotografia 28 - RETOQUES SENDO FEITOS	44
Fotografia 29 - VISÃO AÉREA DO CANTEIRO APÓS EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES.....	45
Fotografia 30 - VISÃO AÉREA PRÓXIMA A ENTREGA DA OBRA.....	45

Fotografia 31 - BLOCOS ALOJAMENTO EM FASE DE ACABAMENTO E APÓS MONTAGEM	46
Fotografia 32 - BLOCO ARTICULADO APÓS MONTAGEM.....	46
Fotografia 33 - APLICAÇÃO DE PLACAS PARA NIVELAMENTO DO BLOCO	47
Fotografia 34 - MONTAGEM DE UM MÓDULO	48
Fotografia 35 - MÓDULO MONTADO E SENDO POSICIONADO	48
Fotografia 36 - PONTOS DE PARAFUSAÇÃO	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - PRODUÇÃO DE AÇO.....	17
Figura 2 - CORROSÃO UNIFORME	25
Figura 3 - CORROSÃO GALVÂNICA.....	25
Figura 4 - CORROSÃO POR PITES	26
Figura 5 - CORROSÃO POR AERAÇÃO ARTIFICIAL.....	27
Figura 6 - GRAUS DE CORROSÃO	28
Figura 7 - MODELO DE MONTAGEM DE MÓDULO.....	30
Figura 8 - MODELO DE LINHA DOS BLOCOS ARTICULADOS.....	32
Figura 9 - REPRESENTAÇÃO DA CALHA	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS DE LIGA NO AÇO.....	17
Tabela 2 - COMPONENTES PARA MONTAGEM DE BLOCO ALOJAMENTO.....	31
Tabela 3 - COMPONENTES DE MÓDULO ARTICULADO	32
Tabela 4 - QUANTITATIVO PARA MONTAGEM DE UM BLOCO ALOJAMENTO ...	50
Tabela 5 - QUANTITATIVO PARA MONTAGEM DE BLOCO ARTICULADO.....	50
Tabela 6 - ORÇAMENTO PARA RESTAURAÇÃO	51
Tabela 7 - ORÇAMENTO RESTAURAÇÃO TOTAL	51
Tabela 8 - COMPARATIVOS ENTRE ORÇAMENTOS.....	51

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO GERAL.....	15
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
2.	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	16
2.1	PRODUÇÃO DE AÇO	16
2.2	ESTRUTURAS	18
2.2.1	TIPOS DE ESTRUTURAS.....	18
2.2.2	SISTEMAS CONSTRUTIVOS	22
2.2.2.1	SISTEMAS HORIZONTAIS	22
2.2.2.2	SISTEMAS VERTICAIS.....	23
2.2.2.3	SISTEMAS TRIDIMENSIONAIS	23
2.2.2.4	SISTEMA STEEL FRAME	24
2.3	OXIRREDUÇÃO.....	24
2.3.1	FORMAS DE CORROSÃO	24
2.3.1.1	CORROSÃO UNIFORME	25
2.3.1.2	CORROSÃO GALVÂNICA.....	25
2.3.1.3	CORROSÃO POR PITES	26
2.3.1.4	CORROSÃO POR AERAÇÃO ARTIFICIAL.....	27
2.4	PREPATAÇÃO DA SUPERFICIE	27
2.5	RESTAURAÇÃO DE ESTRUTURA EM LAJES – RS	28
3	METODOLOGIA	30
4	RESULTADOS	34
4.3	ANÁLISE	34
4.4	REFORMAS	37
4.5	JATEAMENTO ABRASIVO.....	39
4.6	PINTURA.....	42

4.7	RESULTADO EM CAMPO	45
4.8	ORÇAMENTOS.....	49
5	CONCLUSÃO.....	52
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
7	ANEXOS.....	55
7.3	ANEXO I FICHA TÉCNICA SUMADUR	55
7.4	ANEXO II FICHA TÉCNICA SUMATANE.....	58
7.5	ANEXO III – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO.....	60
7.6	ANEXO IV RELATPÓRIO DE INSPEÇÃO	62
7.7	ANEXO V – ESPECIFICAÇÃO DE GRANALHAS	64
7.8	ANEXO VI – COMPONENTES MÓDULO ARTICULADO.....	65
7.9	ANEXO VII COMPONENTE MÓDULO SIMPLES.....	68

1. INTRODUÇÃO

O aço é utilizado em diversos setores do mercado, sendo composto ferro e carbono. Para sua produção o minério de ferro, carvão e cal passam pelo processo siderúrgico que é composto por quatro etapas:

- a) Preparação da carga;
- b) Redução;
- c) Refino;
- d) Laminação;

A utilização do aço em estruturas tem ganhado muito espaço na construção civil. As estruturas metálicas apresentam diversas vantagens:

- a) Maior liberdade na criação de projetos: Por ser um material flexível;
- b) Redução do tempo de obra: Em maior parte as estruturas são pré-fabricadas, prontas para montagem;
- c) Racionamento do canteiro de obra: Não há necessidade de ocupar grandes espaços com agregados para produção de concreto;
- d) Menor desperdício: As estruturas já são produzidas de acordo com as dimensões de projeto;
- e) Maior garantia de quantidade: Por ser pré-fabricada industrialmente, existe um controle mais rígido em sua produção;

Existem diversas suposições a respeito do uso de estruturas metálicas. Uma delas é que o aço perde a durabilidade e resistência ao entrar no processo de oxidação, mas existem diversos métodos que auxiliam em sua conservação, como pinturas especiais e tratamentos químicos;

Existe também o processo de restauração de estruturas. Caso possuam as espessuras e dimensões adequadas, todas as peças podem ser limpas, retratadas e reutilizadas. Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado o estudo de caso de 7 galpões situados na Cidade Satélite do Gama – DF, onde possuíam estruturas deixas ao relento que precisaram ser restauradas.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho é a execução de todo o processo de restauração de estruturas metálicas pelo método de jateamento com granalha de aço e análise de quais foram os resultados da aplicação das estruturas restauradas na montagem de sete galpões e também fazer o comparativo entre os orçamentos para a restauração e para a compra de novas peças.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Processo de restauração de estruturas:
 - a) Análise
 - b) Reforma
 - c) Jateamento das peças com granalha;
 - d) Pintura epóxi para prevenção contra corrosão;
 - e) Pintura de acabamento;
2. Resultados da aplicação das estruturas;
3. Orçamento da restauração e para utilização de novas estruturas

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 PRODUÇÃO DE AÇO

O aço é uma liga de ferro e carbono, que são abundantes na natureza. O ferro é fortemente associado ao oxigênio e a sílica. O carbono é utilizado em forma de carvão mineral e algumas vezes em forma de carvão vegetal.

O carvão desempenha duas funções muito importantes.

a) Combustível: Possui a capacidade de alcançar temperaturas próximas aos 1500°C, temperatura necessária para fusão do minério.

b) Redutor: Com a alta temperatura, faz com que o oxigênio seja removido do minério, deixando o ferro livre;

Segundo Mourão (2007), para a produção do aço, são necessárias diversas etapas. Para o início do processo, o carvão é processado na coqueira e é transformado em coque. Então iniciasse o processo de redução.

Na redução, é utilizado o alto forno e por causa de suas altas temperaturas o ferro se funde, obtendo o ferro gusa, liga de ferro e carbono com alto teor de carbono, e outros subprodutos que são utilizados na produção de cimento.

O ferro gusa é levado para as aciarias, a oxigênio ou elétricas, onde são removidas as impurezas e parte do carbono contido. Grande parte do aço líquido é solidificado em equipamentos de lingotamento e são transformados em lingotes e blocos. Esta etapa é denominada refino.

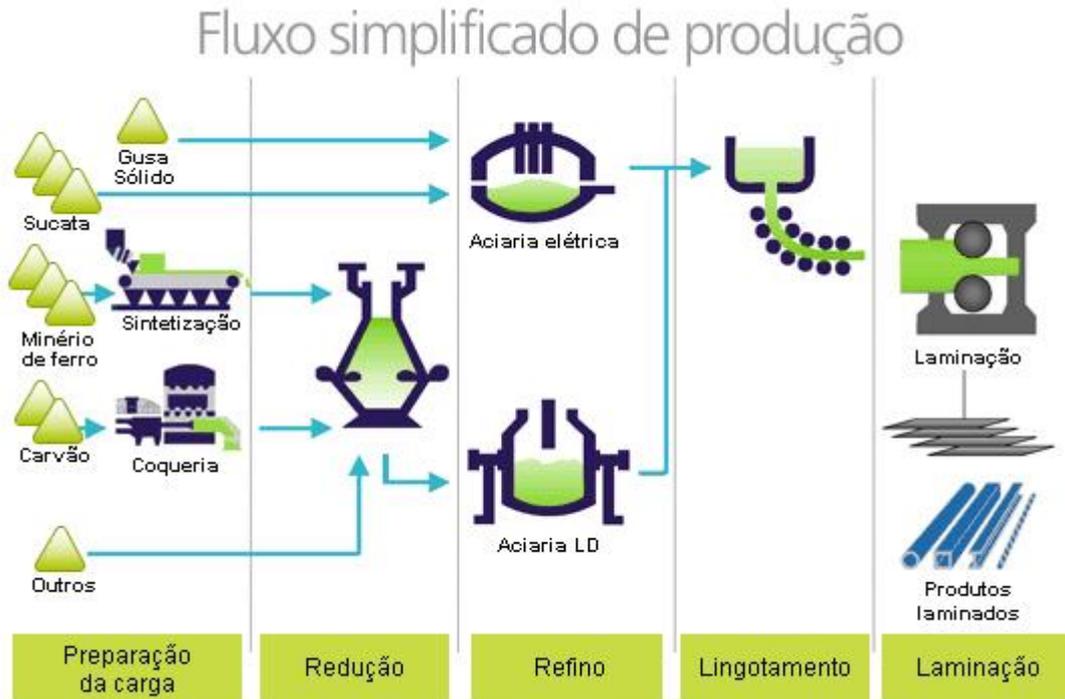
Após o refino, os produtos semiacabados, como lingotes e blocos vão para o processo de laminação. Os laminadores processam o material e são transformados em diversos produtos, como barras, vergalhões e bobinas.

De acordo com o Instituto do Aço, as usinas de produção, são classificadas baseadas segundo seu processo produtivo. Existem duas classificações:

a) Usinas Integradas: Estas desenvolvem todo o processo produtivo e produzem o aço. Usinas integradas operam as três fases de produção: redução, refino e laminação;

b) Usinas Semi-integradas: Estas operam apenas duas fases: refino e laminação;

Figura 1 - PRODUÇÃO DE AÇO



FONTE SITE INFOMET

Tabela 1- INFLUÊNCIA DE ELEMENTOS DE LIGA NO AÇO

Influência dos Elementos de Liga nas Propriedades do Aço

Propriedade/Elemento	C	Mn	Si	S	P	Cu	Ti	Cr	Ni	V	Mo	Al
Resistência mecânica	+	+	+	-	+		+	+	+	+		
Ductilidade	-	-		-	-	-		-	-			
Tenacidade	-			-		-			+			
Soldabilidade	-	-	-	-	-	-		-				
Resistência à corrosão	-		+		+	+	+	+				
Desoxidante		+	+									+
Resistência a alta temperatura									+		+	
Abrasão								+				

Legenda: (+) efeito positivo (-) efeito negativo

FONTE: DISPONIBILIZADO NA MATÉRIA DE METALICAS

2.2 ESTRUTURAS

Segundo Daldegan (2016), existem diversos tipos de estruturas metálicas, estes tipos são utilizados para vários fins na construção civil em diversos sistemas construtivos.

2.2.1 TIPOS DE ESTRUTURAS

Estruturas de edifícios múltiplos andares: Este tipo é característico em edifícios com múltiplos andares como apartamentos e escritórios. São formadas principalmente por colunas e vigas, contidas por estruturas de contraventamento, que gera estabilidade lateral. Geralmente essas estruturas apresentam alma cheia.

Fotografia 1 - EDIFÍCIO DE MULTIPLOS ANDARES



FONTE: SITE ENGENHARIA CONCRETA

Estruturas de galpões: São estruturas muito utilizadas para fins industriais. São compostas por colunas, espaçadas uniformemente e interligadas transversalmente por pórticos e longitudinalmente por vigas. Podem ser de alma cheia ou mesclada.

Fotografia 2 – ESTRUTURA DE GALPÃO



FONTE: SITE FRISOMAT

Estruturas de Obras de Arte: Geralmente são pontes, viadutos e podem ter diversas formas e tamanho. Possuem o intuito de vencer grandes vãos. São compostas por perfis de alma cheia, mas também podem utilizar perfis leves.

Fotografia 3 - OBRA DE ARTE (PONTE)



FONTE: SITE AWACOMERCIAL

Estruturas Reticuladas: São estruturas verticais treliçadas com um formato reticulado, são compostas por perfis mais leves. Geralmente, estas estruturas são utilizadas em torres, antenas e postes.

Fotografia 4 - ESTRUTURA RETICULADA



FONTE: SITE MDESTERRO

Estruturas Tubulares: Também são utilizadas para torres, mas neste caso são para telefonia celular. Porém podem ser utilizadas na execução de jaquetas em plataformas marítimas, chaminés em usinas, oleodutos entre outros.

Fotografia 5 - ESTRUTURA TUBULAR



FONTE: SITE SECCIONAL

Estruturas Espaciais: São estruturas reticuladas que são muito utilizadas em grandes vãos, como em pavilhões, centros de convenções e aeroportos. São compostas por perfis leves.

Fotografia 6 - ESTRUTURA ESPACIAL (PAVILHÃO)

FONTE: SITE TURISMO DF

Estruturas de Armazenamento: São utilizadas principalmente na execução de silos para armazenamento de grãos e derivados da agricultura, líquidos e gases. Possuem formas cilíndricas ou esféricas, são compostas por chapas finas de aço carbono.

Fotografia 7 - ESTRUTURA DE ARMAZENAMENTO (SILOS)

FONTE: SITE PREMOTA

Estruturas tensionadas: São estruturas que por meio do uso de cabos de aço ou tubos esbeltos, são tracionadas com o intuito de vencer grandes vãos. Estes cabos são geralmente ancorados em pilares.

Fotografia 8 - ESTRUTURA TENSIONADA (PONTE)



FONTE: SITE PREMOTA

2.2.2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Para Souza (2006), existem diversos sistemas construtivos que podem ser aplicados. Porém todo os projetos devem ser bem estudados e compatibilizados para melhor verificação e escolha do método a ser utilizado. Para melhor entendimento, os sistemas são divididos em subsistemas horizontal e vertical.

2.2.2.1 SISTEMAS HORIZONTAIS

Os sistemas horizontais são constituídos por elementos como vigas, lajes, colunas e contraventamentos horizontais. Realizam as mesmas funções que estruturas normais que transmitem todas as forças aplicadas nas estruturas verticais e distribuem as ações.

Em estruturas horizontais, pode-se utilizar qualquer tipo de laje, como lajes de concreto, lajes mistas e pré-moldadas.

As vigas podem apresentar diversas formas, como as de alma cheia, perfis leves com treliças e até mistas a base de aço e concreto. É importante ressaltar que a edificação se comporte como um diafragma rígido, para que todas as cargas horizontais sejam transmitidas para as estruturas verticais.

2.2.2.2 SISTEMAS VERTICAIS

Os sistemas verticais têm a finalidade de suportar todas as estruturas, incluindo as horizontais, transmitir as ações para as fundações e com auxílio dos sistemas horizontais criar resistência as ações laterais.

Os sistemas podem ser divididos como contraventados ou aporticados. Os sistemas aporticados são compostos por pórticos e são rígidos, apresentam ligações rígidas entre as vigas e pilares. São indicados para edifícios de até 30 pavimentos. Este sistema apresenta grandes vantagens, por possuir grande resistência e não interferir na arquitetura, porém são mais caros e complexos para executar.

Na execução de sistemas contraventados, as ligações são mais simples e baratas por serem flexíveis. São utilizadas barras diagonais para manter a estabilidade lateral da estrutura. Este sistema é recomendado para edificações de até 40 pavimentos.

Vale ressaltar que é necessária a compatibilização das estruturas em concreto, uma vez que os perfis utilizados podem interferir na arquitetura.

2.2.2.3 SISTEMAS TRIDIMENSIONAIS

O sistema tridimensional é geralmente aplicado em estruturas altas, entre 10 a 15 pavimentos. É utilizado em estruturas tubulares ou com piso suspenso.

No caso das estruturas tubulares, os pilares se localizam nas laterais da edificação, promovendo também a resistência lateral.

Já os que possuem piso suspenso, possuem um núcleo que irá garantir a estabilidade lateral.

2.2.2.4 SISTEMA STEEL FRAME

O sistema steel frame é constituído por aço galvanizado formado a frio. Possuem pequenas dimensões diminuindo seu espaçamento e assim formam pórticos tridimensionais. Este sistema é leve e é recomendado para pequenas edificações residenciais e comerciais. Para a execução do revestimento, geralmente se utiliza painéis isotérmicos e placas cimentícias.

Fotografia 9 - CASA EXECUTADA EM STEEL FRAME



FONTE: SITE FULLESTRUTURAS

2.3 OXIRREDUÇÃO

Existem dois processos, a redução e a oxidação. Segundo Gentil (2007), a redução é quando o oxigênio é retirado da substância ou o ganho de elétrons por uma espécie química, este é denominado agente oxidante. A oxidação é o ganho de oxigênio ou perda de elétrons, este é denominado agente redutor.

2.3.1 FORMAS DE CORROSÃO

A corrosão pode acontecer de várias formas e dependem de o que o ambiente proporciona. Pode ser uniforme, galvânica, por pites e a corrosão por aeração diferencial. Segundo Pannoni (2007), são classificadas de acordo com a aparência que cria na superfície do metal corroído.

2.3.1.1 CORROSÃO UNIFORME

Este tipo é o mais comum de se encontrar. Segundo Gentil (2007), acontece por estar exposto a atmosfera livre, fazendo com que a estrutura fique úmida deixando o meio condutor e assim o oxigênio reage com toda a superfície.

Figura 2 - CORROSÃO UNIFORME



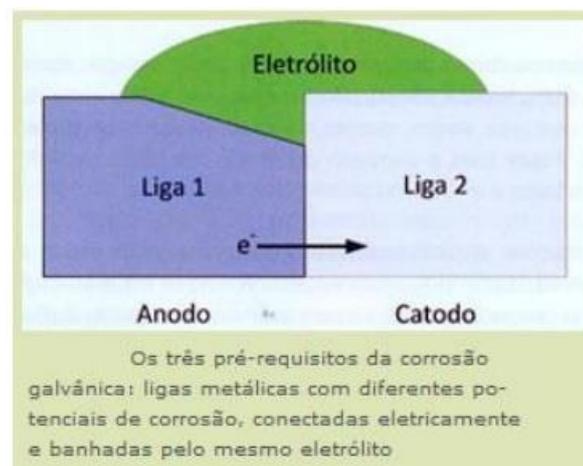
FONTE: RAMOS (2004)

2.3.1.2 CORROSÃO GALVÂNICA

A corrosão galvânica acontece ao imergir materiais metálicos diferentes em um eletrólito e assim acontece a troca de carga elétrica. Segundo Gentil (2007), isto acontece porque os materiais possuem potenciais elétricos diferentes.

Segundo Dias (1997), isto acontece quando se imerge dois metais em um meio aquoso e por um metal ser mais nobre, possuiu maior resistência a corrosão, que o outro, faz com que o menos nobre corra.

Figura 3 - CORROSÃO GALVÂNICA

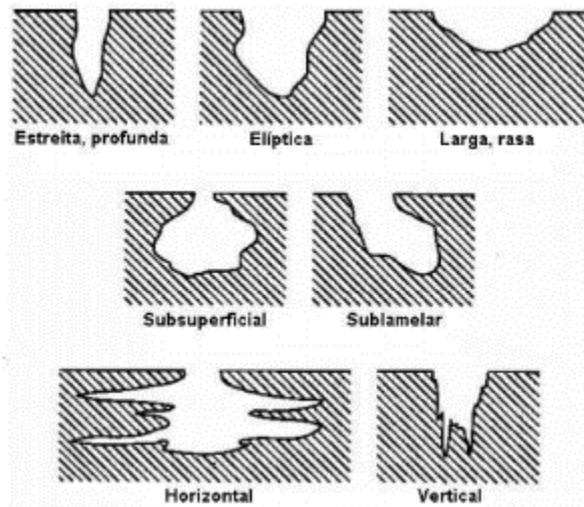


FONTE: PANNONI (2014)

2.3.1.3 CORROSÃO POR PITES

A corrosão por pite é quando se cria pequenas cavidades, geralmente com profundidades maiores que seu diâmetro. Este tipo de corrosão faz com que impurezas se acumulem no fundo da cavidade fazendo com que possa ocorrer uma corrosão galvânica (Gentil 2007).

Figura 4 - CORROSÃO POR PITES

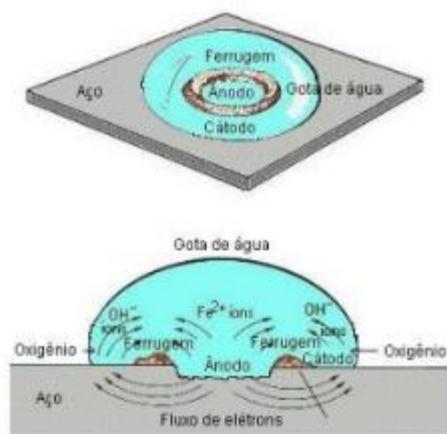


FONTE: SITE SCIENTIA

2.3.1.4 CORROSÃO POR AERAÇÃO ARTIFICIAL

De acordo com Centro de Informação Metal Mecânica – CIMM, quando uma região da estrutura está em um ambiente com menor concentração de oxigênio, o pedaço submerso na água, por exemplo, por estar em menor contato com o oxigênio, se torna o anodo e sofre corrosão enquanto a superfície exposta a atmosfera se torna o catodo.

Figura 5 - CORROSÃO POR AERAÇÃO ARTIFICIAL



FONTE: AUTOR DESCONHECIDO

2.4 PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Para a preparação da superfície, é preciso definir o grau de corrosão em que a estrutura se encontra. De acordo com a ISO 8005, existem quatro graus de corrosão.

- a) Grau A
- b) Grau B
- c) Grau C
- d) Grau D

Figura 6 - GRAUS DE CORROSÃO



FONTE: ISO-8005

Após a identificação do grau de corrosão, define-se o tipo de limpeza. Os métodos de limpeza estão definidos na ISO 8005-1:

- a) ST2: Limpeza manual e mecânica intensa;
- b) ST3: Limpeza manual e mecânica a fundo;
- c) Sa1: Limpeza por jato abrasivo ligeiro;
- d) Sa2: Limpeza por jato abrasivo intenso;
- e) Sa2 ½: Limpeza por jato abrasivo a fundo;
- f) Sa3: Limpeza por jato até que o aço fique visivelmente limpo (Metal Branco);

2.5 RESTAURAÇÃO DE ESTRUTURA EM LAJES - RS

O estudo feito por Souza (2015), procura restaurar e reutilizar estruturas metálicas armazenadas no pátio da empresa para poder reutilizar em obras futuras. A peça se encontrava com Grau B de corrosão.

A peça consiste em dois pilares com perfil metálico I com travamento lateral em x, como mostrado na Fotografia 10.

Fotografia 10 - PERFIL I COM TRAVAMENTO EM X



FONTE: RELATÓRIO DE ESTAGIO SUPERVISIONADO – EVANDRO DE SOUZA

A limpeza efetuada foi Sa2 ½ que se trata do jateamento abrasivo ao metal quase branco.

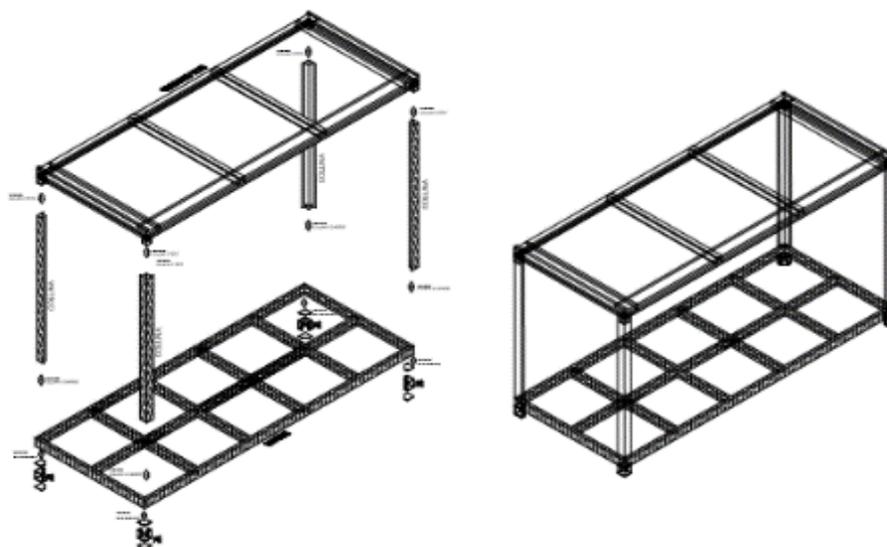
3 METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso, foi elaborado baseado no estudo de caso da restauração de estruturas metálicas disponíveis no canteiro de obra. Estas estruturas ficaram anos expostas a intempéries e apresentavam vários graus de oxidação. Após a restauração, foram utilizadas na execução de 7 galpões na Cidade Satélite do Gama. O empreendimento era a execução de 4 alojamentos, administração, sala de aula e refeitório.

3.3 ESTRUTURAS

Os alojamentos e a administração possuem pavimento térreo e pavimento superior e tem dimensões de aproximadamente 40x15x7,5m, ambos os pavimentos eram compostos por módulos. Estes módulos eram montados encaixados um em cima do outro para execução dos pavimentos e instalados em linhas um ao lado do outro. A montagem de um módulo está exemplificada na Figura 7.

Figura 7 - MODELO DE MONTAGEM DE MÓDULO



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Cada alojamento era composto 64 Módulos maiores e 32 Módulos menores. Para a montagem destes, foram necessários diversos componentes listados na tabela 2.

Tabela 2 - COMPONENTES PARA MONTAGEM DE BLOCO ALOJAMENTO

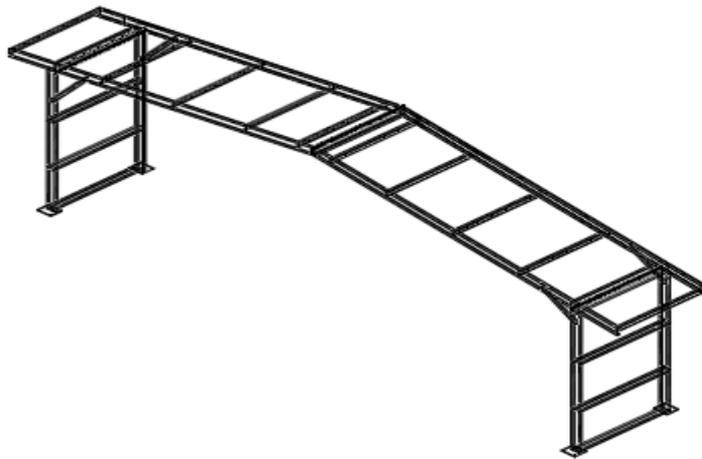
Item	MÓDULO
1.	PÉS
2.	CHASSIS INF MAIOR
3.	CHASSIS INF MENOR
4.	COLONAS
5.	COPOS
6.	CHASSIS SUP MAIOR
7.	CHASSIS SUP MENOR
8.	ESCADA - PATAMAR MAIOR
9.	ESCADA - PATAMAR MENOR
10.	ESCADA - DEGRAUS
11.	PILAR MENOR
12.	PILAR MAIOR
13.	MEIA TESOURA - COBERTURA
14.	TERÇA - COBERTURA
15.	CANTONEIRA SUPERIOR - FRENTE/FUNDO
16.	CANTONEIRA SUPERIOR - LATERAL - MAIOR - L = 5700mm
17.	CANTONEIRA SUPERIOR - LATERAL MENOR - L = 2530mm
18.	REFORÇOS - PROJ EXEC MET
19.	REFORÇOS - CHASSIS INF MAIOR DIVERGENTES DO PROJ BÁSICO

FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

- a) Pés: Desempenham a função de apoio das estruturas, toda a estrutura estava apoiada nos pés em cima do radier e o pavimento superior também sobre os pés apoiado na cobertura do pavimento térreo;
- b) Chassis Inferior Maior/Menor: São a estrutura que receberam o Painel Wall, compensado naval, que é o piso;
- c) Chassis Superior Maior/Menor: São a cobertura, os quais receberam as tesoura e forro;
- d) Pilar Maior e Pilar menor: São duas peças em formato de cantoneira, que soldadas juntas viram o pilar completo;
- e) Terças: Foram responsáveis pelo apoio das telhas;
- f) Meia Tesoura: São responsáveis por receber as terças, telhas e fazer as águas do telhado;
- g) Cantoneiras: Utilizadas para instalação do Painel Isotérmico, que desempenhou o papel de parede;

Os blocos sala de aula e refeitório são compostos por módulos articulados, térreos com aproximadamente 75x14x5m, como está representado na Figura 8. Os módulos necessitaram de menos componentes que os alojamentos, como especificado na Tabela 3.

Figura 8 - MODELO DE LINHA DOS BLOCOS ARTICULADOS



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Tabela 3 - COMPONENTES DE MÓDULO ARTICULADO

Item	MÓDULO
1.	MÓDULO COBERTURA ARTICULADO
2.	MÓDULO PILAR ARTICULADO
3.	TESOURA DA VARANDA
4.	PILAR DA VARANDA
5.	VIGA DA VARANDA
6.	TERÇA DA VARANDA
7.	REFORÇOS - PROJ EXEC MET

FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

3.4 RESTAURAÇÃO

Para a realização desta restauração, todas as peças a disposição passaram por diversas etapas até serem utilizadas na montagem das estruturas dos galpões. Tais etapas foram divididas em:

- a) Análise: Processo para verificação da integridade das estruturas;
- b) Reforma: Etapa caso a peça possuísse algum dano reparável ou necessitasse de reforços;
- c) Jateamento Abrasivo: O processo de jateamento abrasivo é a etapa a qual as peças vão passar por um bombardeio de partículas abrasivas com o intuito de remover impurezas e também evitar pontos de oxidação.
- d) Pintura: Para execução de pintura de estruturas metálicas, é necessário o uso de tintas apropriadas que exercem a importante função de proteção contra oxidação. Existem diversas marcas que desempenham tal função, neste caso foi utilizada a marca *Sherwin-Williams*. Geralmente são utilizados dois tipos de tinta, um epóxi para proteção da estrutura e outra de acabamento e cria a estética desejada e também protege a tinta de fundo contra a calcinação.

4 RESULTADOS

4.3 ANÁLISE

O primeiro passo para a recuperação das estruturas foi verificar se ainda estavam em condições de serem reutilizadas. Para isso é verificado se não possuíam partes muito danificas por impacto e se houvesse grandes deformações e se seria possível corrigir. Caso a peça estivesse íntegra, então passava para próxima etapa da análise.

Fotografia 11 - CANTEIRO COM ESTRUTURAS EXPOSTAS



FONTE: DISPONIBILIZADA PELA EMPRESA

Por terem sido expostas a intempéries, o aço se encontrava no estado de oxidação, então as espessuras das chapas foram verificadas. Originalmente eram chapas de 3mm, mas ainda poderiam ser utilizadas com no mínimo 2,8mm para suportar todas as cargas que seriam aplicadas.

Fotografia 12 - VERIFICAÇÃO DA ESPESSURA DA PEÇA



FONTE: AUTOR 2018

Para tal verificação foi utilizado um ultrassom, o qual necessitava lixar o local em que teria o contato com o equipamento (Fotografia 13), para ter uma maior área de contato, passar vaselina para a melhor propagação das ondas e assim poder descobrir a espessura real.

Fotografia 13 - ULTRASSOM COM ESPESSURAS DAS PEÇAS



FONTE: AUTOR 2018

Após utilização do ultrassom, com uso de um marcador industrial, se escrevia o valor encontrado na estrutura para não ter que ficar repetindo o processo (Fotografia 14 e 15).

A maioria das peças foram aprovadas, as estruturas apresentaram de Grau B de corrosão e algumas calhas se encontravam com Grau D. Caso a peça estivesse com

as condições necessárias para restauração, um caminhão munk carregava todas e levava ao galpão para o processo de jateamento (Fotografia 16).

Fotografia 14 - CHASSIS COM MARCAÇÃO COM ESPESSURA



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Fotografia 15 - APROXIMAÇÃO DAS MARCAÇÕES



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Fotografia 16 - CAMINHÃO MUNK CARREGANDO ESTRUTURAS



FONTE: AUTOR 2018

4.4 REFORMAS

Após a análise, algumas peças tiveram que ser reformadas. Algumas passaram pela adição de reforços para se adequar as necessidades estruturais (Fotografia 17).

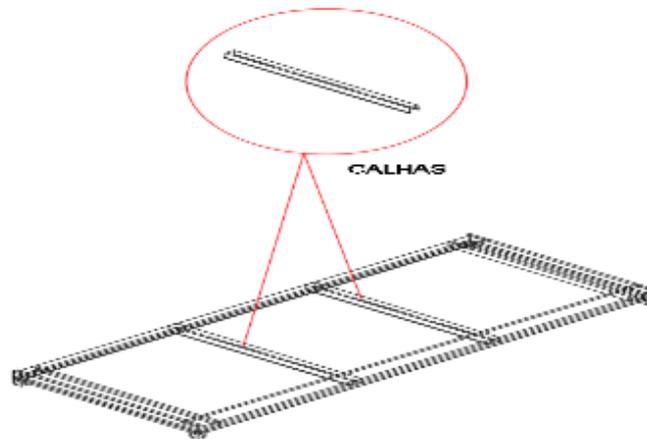
Fotografia 17 - ADIÇÃO DE REFORÇOS NO CHASSIS INFERIOR MAIOR



FONTE: AUTOR 2018

E muitas outras passaram pela substituição de suas calhas. Como mostrados na Figura 9, as calhas possuem a função de gerar resistência mecânica nas estruturas e por serem um perfil u, acumularam muita água ao longo do tempo e foram as partes mais danificadas.

Figura 9 - REPRESENTAÇÃO DA CALHA



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

As calhas que apresentaram espessura inferior a 2,8mm estavam com Grau D de corrosão e foram substituídas, como está representado na Fotografia 19. Foram substituídas um total de 195 que foram devolvidas ao contratante, como mostrado na Fotografia 18.

Fotografia 18 - CALHAS REMOVIDAS



FONTE: AUTOR 2018

Fotografia 19 - NOVAS CALHAS SENDO PREPARADAS PARA INSTALAÇÃO



FONTE: AUTOR 2018

4.5 JATEAMENTO ABRASIVO

O intuito do jateamento é remoção de camadas de tinta antiga que ainda estavam em contato com o aço e partes oxidadas (Fotografia 23). Este processo também auxilia para o aumento da aderência da tinta a peça. Foi feita a limpeza com Grau Sa2 ½. Para a execução, são necessários alguns materiais específicos.

Material Abrasivo: Este é o material que será lançado diretamente nas peças. Seu uso é necessário, pois ao entrar em contato, em velocidade, com a superfície, irá começar a remover as camadas indesejadas e ao longo de sua utilização fará a total remoção das camadas. A granalha utilizada neste estudo foi a angular de aço;

Fotografia 20 - GRANALHA G50



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Após o lançamento, a granalha fica espalhada no chão e pode ser reutilizada. Então, com uso de uma vassoura, é recolhida e despejada novamente no local em que é armazenada (Fotografia 21).

Fotografia 21 - GRANALHA SENDO RECOLHIDA PARA REUTILIZAÇÃO



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Compressor de ar: Consiste em um equipamento pneumático, que consegue armazenar ar e alta pressão e depois libera este ar que passa por dentro da mangueira (Fotografia 22). Neste caso, sua função é o lançamento da granalha na estrutura;

Fotografia 22 - COMPRESSOR PARA USO DO JATO



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Câmara de jato: Nesta câmara, feita de madeirite ou alvenaria, e lona, é onde é feito todo o processo. Sua utilização é de extrema importância por motivos de segurança, melhor aplicação do jato e maior reaproveitamento de granalha, pois por estar confinado, evita acidentes por não deixar que granalha saia do recinto e acerte alguém de fora que não esteja utilizando o EPI necessário.

Fotografia 23 - CHASSIS CONFINADOS NA CÂMARA DE JATO



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Ao passar pelo o processo, o técnico avalia a estrutura e verifica se ainda possui resquícios de tinta ou de ferrugem. Caso possua, volta para câmara ou se estiver aprovada passa para a etapa da pintura.

Fotografia 24 - CHASSIS APÓS JATO



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

4.6 PINTURA

Para a aplicação da tinta é utilizado o mesmo compressor que no jato, mas na ponta da mangueira é acoplada uma pistola para melhor aplicação. Para a pintura epóxi foi utilizado o *SUMADUR FC HS PLUS*, na cor branca (Fotografia 26), e para o acabamento foi a *SUMATANE 355*, na cor cinza (Fotografia 27). A pintura epóxi foi feita na cor branca para quando iniciasse a pintura de acabamento, não se confundisse os locais onde já havia sido passada a primeira camada, evitando demãos extras. Ambas as tintas possuem um rendimento de aproximadamente 70% e são compostas por um Componente A, Componente B e diluente, sendo o *Diluyente 908* para o *SUMADUR* e o *Diluyente 972* para o *SUMATANE*. Para aplicação do diluente é recomendado um uso de 20% do total de mistura

Fotografia 25 - DILUENTE 908 E COMPONENTE B DO SUMATANE



FONTE: AUTOR 2018

Para o *SUMADUR FC HS PLUS*, a espessura recomendada é de 100 a 300 micrometros e o rendimento teórico do galão, 3,6L, é de 28m² (Anexo I), quando executada com 100 micrometros. Porém, foi definido o padrão de 100 micrometros de espessura, mas ao longo da pintura tiveram pontos com maior espessura, então para o cálculo do rendimento, foi utilizado 140 micrometros e isto significa um uso a mais de tinta, portanto após o desconto dos 30% de perda recomendado e o uso a mais pelo aumento da espessura utilizada, o rendimento foi de aproximadamente 14m² por galão.

Fotografia 26 - CHASSIS INFERIOR MENOR APÓS APLICAÇÃO DE SUMADUR



FONTE: AUTOR 2018

Ao finalizar a secagem do *SUMADUR*, iniciasse a pintura com o *SUMATANE 355*. A espessura recomendada é de 40 micrometros e o rendimento teórico do galão é de 46,8m² (Anexo II). Ao descontar os 30% das recomendações o rendimento utilizado foi de 32,76m² por galão.

Fotografia 27 - CHASSIS SUPERIOR MAIOR APÓS APLICAÇÃO DE SUMATANE



FONTE: AUTOR 2018

Para a conferência das espessuras, após a secagem é utilizado o Medidor de Espessuras de Camadas, que consistem em um medidor magnético, não destrutivo, que processa a leitura da espessura da camada seca de tinta. Para controle da qualidade das pinturas, foram feitas FVS, nestas fichas eram especificadas as demãos

e as espessuras de tinta encontradas (Anexo III e IV). Durante a execução da montagem das estruturas, muitas vezes foram necessários retoques, os retoques eram executados *in loco* (Fotografia 28).

Fotografia 28 - RETOQUES SENDO FEITOS



FONTE: AUTOR 2018

4.7 RESULTADO EM CAMPO

Pela falta de pratica com o processo de restauração, algumas dificuldades foram aparecendo durante a execução e alguns atrasos ocorreram. Porém a obra foi entregue no dia 17/08/2018.

Fotografia 29 - VISÃO AÉREA DO CANTEIRO APÓS EXECUÇÃO DAS FUNDAÇÕES



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Fotografia 30 - VISÃO AÉREA PRÓXIMA A ENTREGA DA OBRA



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Apesar da grande economia apresentada anteriormente, no decorrer da execução dos galpões, vários pontos foram surgindo. Como as estruturas foram reaproveitadas a maioria possuíam leves deformações, que quando se encontravam desmontadas, eram quase imperceptíveis ao olho e ao longo da montagem foram aparecendo pontos de desnível e desalinhamento, o pavimento superior em algumas partes não ficou apurado corretamente.

Fotografia 31 - BLOCOS ALOJAMENTO EM FASE DE ACABAMENTO E APÓS MONTAGEM



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Fotografia 32 - BLOCO ARTICULADO APÓS MONTAGEM



FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Para a correção do desnível, foram utilizadas chapas de diferentes espessuras, para serem instaladas nos locais onde estavam mais baixos e assim corrigir o desnível.

Fotografia 33 - APLICAÇÃO DE PLACAS PARA NIVELAMENTO DO BLOCO



FONTE: AUTOR 2018

Os módulos eram fixados após a montagem completa do bloco (Fotografia 31), então ao finalizar a montagem aparecia o desalinhamento e falta de prumo. Todo o revestimento da obra era de Painel Wall, compensado naval, para o piso e Painel Isotérmico para as paredes, este desalinhamento dificultava a montagem destes painéis, acarretando em um maior desperdício de material, pois foram necessários mais cortes para o revestimento encaixar corretamente. Para a correção, cada linha era parafusada após sua montagem, todos os módulos eram devidamente alinhados e parafusados, então em vez de parafusar após a montagem de todos, toda linha que era montada já foi sendo parafusada. Isto corrigiu o problema, mas apesar de ter funcionado, não foi a solução ideal, pois desta forma a tensão nos parafusos entre módulos aumentou.

Fotografia 34 - MONTAGEM DE UM MÓDULO



FONTE: AUTOR 2018

Fotografia 35 - MÓDULO MONTADO E SENDO POSICIONADO



FONTE: AUTOR 2018

Fotografia 36 - PONTOS DE PARAFUSAÇÃO



FONTE: AUTOR 2018

4.8 ORÇAMENTOS

Para a composição dos orçamentos, foi avaliado o valor para a restauração e compra total de novas estruturas, já dobradas nos perfis especiais. Serão considerados o peso das estruturas e seu valor unitário por Kg.

Após a somatória dos pesos de cada módulo, foi possível concluir que a estrutura de cada alojamento pesa 64.612,087 T, totalizando 323.060,434 T os 5 blocos (Tabela 4) e os articulados após a somatória dos pesos de cada módulo, foi possível concluir que a estrutura de cada Bloco Articulado pesa 25.025,644 T, totalizando 50.051,288 T os 2 blocos (Tabela 5).

Por causa da restauração, só houve necessidade de compra de aço para a execução de um alojamento completo. Consultando o SINAPI, foram adicionados valores para o Kg de perfis especiais e para a execução do m² do jateamento. A Tabela 6 apresenta o orçamento para a restauração de aproximadamente 27.061 m² de aço e compra de 64 T, a Tabela 7 mostra o valor se houvesse compra total de 373 T de aço, que foi o peso total da estrutura de todos os galpões.

Após comparar os resultados, pode-se verificar que houve uma grande economia na parte estrutural desta obra, pois ao reaproveitar os materiais disponíveis em campo, evitou-se a necessidade de compra de aproximadamente 259 T de aço.

Portanto a restauração resultou em uma economia de 30% do valor caso todas a estruturas fossem novas e o kg do aço ficou aproximadamente R\$5,40 mais barato, com uma área total de 8100m² (600m² por pavimento do bloco simples e 2100 m² de cada bloco articulado), o custo do m² foi R\$110,81 enquanto para novos perfis seria de R\$359,75 (Tabela 8).

Tabela 4 - QUANTITATIVO PARA MONTAGEM DE UM BLOCO ALOJAMENTO

QTD.	BLOCO PADRÃO	PESO TOTAL (kg)	ÁREA TOTAL (m ²)
384	PÉS	985,938	83,731
64	CHASSIS INF MAIOR	13.393,350	1.137,439
32	CHASSIS INF MENOR	3.172,391	269,417
384	COLUNAS	11.991,283	1.018,368
384	COPOS	444,844	37,779
64	CHASSIS SUP MAIOR	16.998,408	1.443,601
32	CHASSIS SUP MENOR	4.879,023	414,354
2	ESCADA - PATAMAR MAIOR	192,246	16,327
4	ESCADA - PATAMAR MENOR	234,072	19,879
4	ESCADA - DEGRAUS	1.367,529	116,138
8	ESCADA - PILAR MENOR	118,113	10,031
8	ESCADA - PILAR MAIOR	257,808	21,895
34	MEIA TESOURA COBERTURA	1.858,333	157,820
85	TERÇA - COBERTURA	924,809	78,540
192	CANTONEIRA SUPERIOR - FRENTE/FUNDO	1.412,729	179,965
128	CANTONEIRA SUPERIOR - LATERAL - MAIOR - L = 5700mm	2.508,584	319,565
64	CANTONEIRA SUPERIOR - LATERAL MENOR - L = 2530mm	556,730	70,921
1	REFORÇOS - PROJ EXEC MET	3.061,142	285,366
14	REFORÇOS - CHASSIS INF MAIOR DIVERGENTES DO PROJ BÁSICO	254,756	21,635
		64.612,087	5.702,773
5	PESO TOTAL - 5 BLOCOS	323.060,434	28.513,864

FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Tabela 5 - QUANTITATIVO PARA MONTAGEM DE BLOCO ARTICULADO

QTD.	BLOCO ARTICULADO	PESO TOTAL (kg)	ÁREA TOTAL (m ²)
62	MÓDULO COBERTURA ARTICULADO	13.615,800	1.156,331
62	MÓDULO PILAR ARTICULADO	7.430,845	631,070
17	TESOURA DA VARANDA	746,573	63,403
17	PILAR DA VARANDA	533,266	45,288
16	VIGA DA VARANDA	796,344	67,630
48	TERÇA DA VARANDA	1.194,516	101,445
1	REFORÇOS - PROJ EXEC MET	708,299	60,153
		25.025,644	2.125,320
2	PESO TOTAL - 2 BLOCOS	50.051,288	4.250,640

FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

Tabela 6 - ORÇAMENTO PARA RESTAURAÇÃO

CÓDIGO	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UND	QTD. TOTAL	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	
						R\$	1.057.794,72
73656	SINAPI	Jateamento em estrutura de aço carbono ao metal branco sspc-sp5	m ²	27061,732	R\$ 14,52	R\$	392.936,35
-	VALOR ESTIPULADO PELA EMPRESA	Estrutura metálica com perfis especiais para construção em módulos	kg	64612,087	R\$ 10,29	R\$	664.858,38

FONTE: AUTOR 2018**Tabela 7 - ORÇAMENTO RESTAURAÇÃO TOTAL**

CÓDIGO	REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO	UND	QTD. TOTAL	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	
						R\$	3.839.319,62
-	VALOR ESTIPULADO PELA EMPRESA	Estrutura metálica com perfis especiais para construção em módulos	kg	373.112	R\$ 10,29	R\$	3.839.319,62

FONTE: AUTOR 2018**Tabela 8 - COMPARATIVOS ENTRE ORÇAMENTOS**

DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL	VALOR DO AÇO POR Kg	VALOR DO AÇO POR M ²	ECONOMIA
Restauração	R\$ 1.057.794,72	R\$ 2,84	R\$ 130,59	R\$ 2.781.524,58
Compra Total	R\$ 3.839.319,30	R\$ 10,29	R\$ 473,99	

FONTE: AUTOR 2018

5 CONCLUSÃO

Com a execução deste empreendimento, houve a necessidade de muito estudo e trabalho para a execução do processo de restauração e jateamento abrasivo. Como não são métodos convencionais, houve todo o processo de aprendizado, o qual tiveram vários erros até que estivessem dominados.

Para o processo de pintura, aos poucos foram definidos como deveriam ser executados para cada tipo de estrutura, foi possível verificar que para estruturas mais finas o desperdício aumentava e mais cuidados eram necessários, estruturas como os pilares, que eram divididos em duas peças, antes de serem montados eram pintados com a acabamento internamente e externamente, mas só havia necessidade e acabamento externo, pois, a parte interna não ficaria exposta.

Com a reutilização das estruturas, houve uma limpeza do canteiro e assim tirou resíduos que estavam livres em contato com o solo. Isto garantiu maior sustentabilidade para o local e também mostra que na área da construção civil, existem diversos meios para que haja economia na execução de uma obra, como neste caso, em que o valor do orçamento foi de 30% do que seria se houvesse compra total de novas estruturas para a execução dos galpões e o valor do m² saiu R\$130,59 em vez de R\$473,99, caso todas a peças fossem compradas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR – 8800/2008 – Processo Siderúrgico.
Associação Brasileira de Normas Técnicas: NBR 11003 - Tintas – Determinação de Aderência.

AWA COMERCIAL – 4 Tipos de pontes que todo engenheiro deve conhecer.
Disponível em: <http://awacomercial.com.br>. Acessado em: 21/11/2018.

CESEC/UFPR – Centro de Estudos de Engenharia Civil da Universidade Federal do Paraná Corrosão em Estruturas Metálicas. Disponível em: <http://wwwo.metallica.com.br>. Acessado em 07/11/2018.

CIM – Centro de Informação Metal Mecânica. Classificação dos Aços Estruturais: códigos de identificação. Disponível em: <http://www.cimm.com.br/>. Acessado em: 06/11/2018.

Comportamento Estrutural. Disponível em: <http://www.edifaltos.xpg.com.br>. Acessado em 07/11/2018.

DALDEGAN, Eduardo. Tipos de estrutura metálica: Aprenda de forma simples e rápida: Engenharia Concreta, 2016. Disponível em: <https://www.engenhariaconcreta.com>. Acessado em: 21/11/2018

DIAS, Luís Andrade de Mattos. Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem. São Paulo, Ziguarte Editora, 1997.

FULLESTRUTURAS – O Sistema Construtivo Light Steel Frame. Disponível em: <http://fullestruturas.com.br>. Acessado em 21/11/2018.

GENTIL, Vicenti. Corrosão. 5ª Edição. Rio de Janeiro, LTC, 2007.

Metalúrgica Desterro LTDA – Torres Metálicas. Disponível em: <http://www.mdesterro.com.br>. Acessado em: 21/11/2018.

MOURÃO, Marcelo – Introdução à Siderurgia. São Paulo, ABM Editora, 2007.

Instituto do aço – Jateamento Abrasivo – Tudo sobre este incrível serviço. Disponível em: <http://injeramac.com>. Acessado em 17/010/2018.

International Organization of Standardization – ISO 8005-1 – Corrosion Protection of Steel Structures by Painting.

PANNONI, Fábio Domingos. Coletânea do uso do aço: princípios da proteção de estruturas metálicas em situação de corrosão e incêndio. 4ª Edição. 2007.

PANNONI, Fábio Domingos. Princípio da Proteção de Estruturas Metálicas em Situação de Corrosão e Incêndio. 5ª Edição. 2011.

Premonta – Tipos de Estruturas Metálicas. Disponível em: <http://premonta.com.br/tipos-de-estruturas-metalicas/>. Acessado em: 05/11/2018

Redação Industria Hoje – O Aço na Construção Civil. Disponível em: <https://industria hoje.com.br>. Acessado em: 04/10/2018

Seccional. Torre Monotubular. Disponível em: <http://www.seccional.com.br>. Acessado em 21/11/2018.

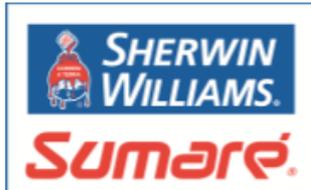
Secretaria Adjunta de Turismo – SETUL: Reserva/Aluguel do Pavilhão de Exposições. Disponível em: <http://www.turismo.df.gov.br>. Acessado em 21/11/2018.

Souza, Dr. Alex Sander Clemente - Tecnologia dos Sistemas Construtivos em Estruturas Metálicas. São Paulo, 2006). Disponível em: <https://docgo.net>. Acessado em: 05/11/2018

Souza, Evandro. Recuperação de estrutura metálica afetada pela corrosão. Disponível em: <https://revista.uniplac.net/ojs/index.php/engcivil/article/view/1714/844>. Acessado em 07/11/2018

7 ANEXOS

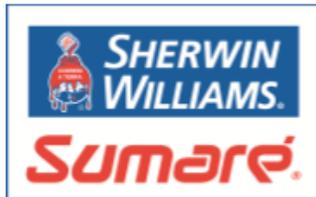
7.3 ANEXO I - FICHA TÉCNICA SUMADUR



SUMADUR FC HS PLUS

COMP. A 276....
COMP. B 276.9000

INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO Revisada em 09/2017																																	
DESCRIÇÃO DO PRODUTO	USOS RECOMENDADOS																																
<p>SUMADUR FC HS PLUS é um revestimento bicomponente a base de resina epóxi curada com poliamida, de alta espessura e alto sólidos, pigmentado com fosfato de zinco como inibidor de corrosão. Tem boa aplicabilidade e secagem rápida. Pode ser aplicado diretamente sobre superfícies de aço carbono jateadas ou tratadas por limpeza mecânica.</p>	<p>Pode ser utilizado como primer e acabamento, na pintura de superfícies metálicas jateadas, expostas em ambiente de baixa e média agressividade no segmento de</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estruturas metálicas ✓ Parte externa de tubulações ✓ Válvulas ✓ Hidrantes <p>Pode ser utilizado para proteção anticorrosiva de estruturas de aço carbono e equipamentos tratados por limpeza mecânica desde que não sejam submetidos a imersão, ou para superfícies de concreto com o respectivo primer selador epóxi.</p> <p>Não é recomendado para exposições a solventes ou a soluções ácidas ou outros serviços de imersão.</p>																																
CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO																																	
<p>Acabamento: Semi-brilhante</p> <p>Cor: Branco, alumínio e outras cores.</p> <p>Sólidos por massa da mistura: 89 ± 2%</p> <p>Sólidos por volume da mistura: 78 ± 2%</p> <p>Para a cor alumínio adotar os dados abaixo:</p> <p>Sólidos por massa da mistura: 87 ± 2%</p> <p>Sólidos por volume da mistura: 76 ± 2%</p> <p>Espessura seca recomendada: 100 a 300 micrometros. Obs.: para cor branca recomenda-se no mínimo 200 micrometros.</p> <p>Rendimento teórico por galão: 28 m² na espessura seca de 100 micrometros. <i>Importante:</i> O rendimento teórico é calculado com base nos sólidos, por volume e não inclui perdas devidas à rugosidade ou porosidade da superfície, geometria das peças, métodos de aplicação, técnica do aplicador, irregularidades de superfícies, perdas de material durante a preparação, respingos, diluição em excesso, condições climáticas e espessura excessiva do filme aplicado.</p> <p>VOC (Método EPA 24): <190 g/l</p> <p>Vida útil da mistura: 3 horas a 25°C.</p> <p>Observação: A temperatura mais alta reduz a vida útil da mistura.</p> <p>Vida útil em estoque: Componente A 24 meses Componente B 24 meses</p> <p>Condições de armazenagem: Conservar o material em lata fechada e ao abrigo das intempéries, e de umidade, sob temperaturas que não ultrapassem 40°C.</p> <p>Proporção de mistura: A / B = 1 / 1 em volume A / B = 0,8 / 1 em massa</p>	<p>Diluyente recomendado: DILUENTE 908.</p> <p>Proporção de diluição: O necessário, até 20 %, em volume. <i>Nota:</i> A quantidade de diluyente pode variar dependendo das condições do ambiente durante a aplicação e do equipamento usado.</p> <p>Tempo de secagem (na espessura seca de 250 micrometros)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>16°C</th> <th>25°C</th> <th>32°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Toque:</td> <td>1 hora</td> <td>30 minutos</td> <td>20 minutos</td> </tr> <tr> <td>Pegajosidade:</td> <td>3 horas</td> <td>2 horas</td> <td>1 hora</td> </tr> <tr> <td>Manuseio:</td> <td>4 horas</td> <td>3 horas</td> <td>2^{1/2} horas</td> </tr> <tr> <td>Cura final:</td> <td>10 dias</td> <td>7 dias</td> <td>5 dias</td> </tr> </tbody> </table> <p>Os tempos de secagem dependem das temperaturas ambiente e da superfície, da umidade relativa do ar e da espessura do filme. Em condições diferentes da normalidade, recomendamos consultar a Assistência Técnica.</p> <p>Intervalo entre demãos: Quando necessário aplicar uma segunda demão ou para aplicação da demão subsequente do produto recomendado no esquema de pintura, devem ser observados os intervalos entre demãos mínimo e máximo indicados abaixo.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Temperatura</th> <th>Mínima</th> <th>Máxima</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16°C</td> <td>4 horas</td> <td>36 horas</td> </tr> <tr> <td>25°C</td> <td>3 horas</td> <td>24 horas</td> </tr> <tr> <td>32°C</td> <td>2 horas</td> <td>16 horas</td> </tr> </tbody> </table> <p>Se for ultrapassado o limite máximo indicado para aplicação da demão subsequente, é necessário lixar a superfície para se obter aderência satisfatória entre as camadas.</p> <p>Resistência ao intemperismo: Como qualquer tinta epóxi, o SUMADUR FC HS PLUS sofre calcinação quando exposto à radiação ultravioleta do sol.</p>		16°C	25°C	32°C	Toque:	1 hora	30 minutos	20 minutos	Pegajosidade:	3 horas	2 horas	1 hora	Manuseio:	4 horas	3 horas	2 ^{1/2} horas	Cura final:	10 dias	7 dias	5 dias	Temperatura	Mínima	Máxima	16°C	4 horas	36 horas	25°C	3 horas	24 horas	32°C	2 horas	16 horas
	16°C	25°C	32°C																														
Toque:	1 hora	30 minutos	20 minutos																														
Pegajosidade:	3 horas	2 horas	1 hora																														
Manuseio:	4 horas	3 horas	2 ^{1/2} horas																														
Cura final:	10 dias	7 dias	5 dias																														
Temperatura	Mínima	Máxima																															
16°C	4 horas	36 horas																															
25°C	3 horas	24 horas																															
32°C	2 horas	16 horas																															

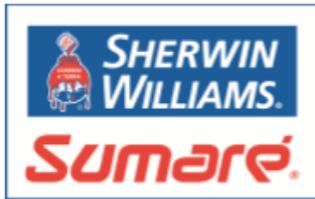


SUMADUR FC HS PLUS

COMP. A 276....

COMP. B 276.9000

INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO		Revisada em 09/2017
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE	CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO	
<p>A superfície deverá estar íntegra e em condições perfeitas. É necessária a remoção completa de óleos, pós, graxas, sujeiras, ferrugens soltas e materiais estranhos, para assegurar a aderência satisfatória.</p> <p>Para remover a oleosidade da superfície use solução de SUMACLEAN WB ou panos limpos embebidos em DILUENTE 905. O preparo de superfície mínimo necessário é jato ao metal quase branco – Norma SSPC SP- 10 Padrão visual Sa 2 ½ Norma ISO 8501-1 Perfil de rugosidade: 25 a 50 micrometros.</p> <p>Aço carbono enferrujado, Grau C: Limpeza com ferramenta mecânica - Norma SSPC SP-3 Padrão visual St 3 Norma ISO 8501-1</p> <p>Concreto Aplicar sobre concreto perfeitamente limpo e seco de preferência com jato abrasivo para remover a nata do cal. Selar a superfície com Sher Tile Clear BR ou Sher Tile Clear HS BR. A superfície deve estar totalmente limpa e seca. O concreto e a argamassa deverão estar curados pelo menos por 28 dias a 25°C.</p>	<p>Temperatura da superfície: mínima 5°C máxima 50°C</p> <p>A temperatura da superfície deverá estar no mínimo 3°C acima da temperatura do ponto de orvalho.</p> <p>Temperatura da tinta: mínima 5°C máxima 35°C</p> <p>Umidade relativa do ar: 10% a 85%.</p>	
EQUIPAMENTOS PARA A APLICAÇÃO	INSTRUÇÕES PARA A APLICAÇÃO	
<p>Os dados abaixo servem como guia. Podem ser utilizados equipamentos similares.</p> <p>Mudanças nas pressões e nos tamanhos dos bicos podem ser necessárias para melhorar as características da pulverização.</p> <p>Antes da aplicação esteja seguro de que os equipamentos e respectivos componentes estejam limpos e nas melhores condições. Purgue a linha de ar comprimido para evitar contaminação da tinta.</p> <p>Pistola airless: Pressão..... 2800 - 3000 psi Mangueira..... 1/4" de diâmetro interno Bico..... 0,017" - 0,023" (0,28 mm – 0,48 mm) Filtro..... malha 60 Diluição..... se necessária, até 5% em volume</p> <p>Pistola convencional: Pistola..... JGA 502/3 DeVilbiss Bico de fluido..... EX Capa de ar..... 704 Pressão de atomização... 60 psi Pressão no tanque..... 10-30 psi Diluição..... se necessária, até 20% em volume</p> <p>Trincha: Usar trincha com 75-100 mm de largura para superfícies maiores e com 25-38 mm para parafusos, porcas, cordões de solda e retoques. Diluição se necessária, até 5% em volume.</p> <p>Rolo: Usar rolos de lã de carneiro ou de lã sintética. Diluição se necessária, até 5% em volume.</p> <p>Limpeza dos equipamentos: Utilizar DILUENTE 908.</p>	<p>Mistura: Agite o conteúdo de cada um dos componentes vigorosamente, se possível com agitador mecânico. Assegure-se de que nenhum pigmento fique retido no fundo da lata.</p> <p>Adicione o componente B ao componente A, respeitando a relação de mistura. Misture vigorosamente, se possível com agitador mecânico.</p> <p>Adicione o diluente somente depois que a mistura dos dois componentes estiver completa.</p> <p>Aguarde 15 minutos antes da aplicação.</p> <p>Aplicação: Reforce todos os cantos vivos, fendas e cordões de soldas com trincha, para evitar falhas prematuras nestas áreas.</p> <p>Quando aplicar por pulverização, faça uma sobreposição de 50% de cada passe da pistola, para evitar que fiquem áreas descobertas e desprotegidas, terminando com repasse cruzado.</p> <p>Excessiva diluição da tinta pode afetar a formação e o aspecto do filme e dificultar a obtenção da espessura especificada.</p> <p>Não aplique o material após o tempo de vida útil da mistura.</p>	
INSTRUÇÕES PARA DESCARTE DAS EMBALAGENS		
<p>Descontamine a embalagem vazia, lavando-a com o mesmo solvente utilizado na limpeza dos equipamentos. Após a descontaminação, envie para reciclagem.</p>		
<p><i>As informações contidas nesta ficha decorrem de dados compilados para sua ajuda e orientação e são baseados em nossa experiência e conhecimento. Tendo em vista, porém, que fatores como preparação de superfície e aplicação nem sempre estão sob nosso controle e subordinam-se à obediência rigorosa das especificações estabelecidas, eximimo-nos de qualquer responsabilidade relativa a rendimento, desempenho ou danos</i></p>		



SUMADUR FC HS PLUS
COMP. A 276....
COMP. B 276.9000

de qualquer natureza.

FONTE: SHERWIN-WILLIAMS

7.4 ANEXO II - FICHA TÉCNICA SUMATANE



SUMATANE 355

Comp. A – 187....

Comp. B – 187.900

INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO		Revisada em 08/2014																											
<p>DESCRIÇÃO DO PRODUTO</p> <p>SUMATANE 355 é um poliuretano acrílico alifático, bicomponente. É uma tinta de acabamento que pode ser aplicada com espessuras de 40 a 80 micrometros, sem problemas de cobertura ou de alastramento.</p> <p>Tem muito boa resistência ao intemperismo. Proporciona retenção de cor e brilho por longos períodos de tempo. Possui boa flexibilidade e dureza para resistir às mais severas condições de trabalho. É facilmente aplicável por pulverização, tem ótimo alastramento e proporciona excelente aparência final.</p> <p>Com SHER-TILE HS ACABAMENTO BR, ou sobre SHER-TILE HS PRIMER BR compõe um sistema de alto desempenho.</p> <p>Atende à Norma Eletronuclear ES/3/0237/4900/N90298. Rev. 02 – ETN VIII g1.</p>	<p>USOS RECOMENDADOS</p> <p>Aplicação em superfícies pintadas com primers ou intermediários epóxi, em:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estruturas ✓ Guarda corpos e corrimãos ✓ Parte externa de tanques ✓ Parte externa de esferas de gás ✓ Parte externa de tubulações ✓ outros equipamentos <p><i>Nota: Os pigmentos que compõem algumas cores são sensíveis à ação dos ácidos e bases, e sofrem alteração de cor. Quando desejadas as resistências acima, consultar a Sherwin-Williams para fornecer o produto com pigmentação especial que resista às condições específicas.</i></p> <p><i>Não recomendada para serviços de imersão.</i></p>																												
CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO																													
<p>Aspecto: Brilhante</p> <p>Cor: Branca ou outras cores</p> <p>Sólidos por peso da mistura: 65 % ± 2 (cor Branca)</p> <p>Sólidos por volume da mistura: 52 % ± 2 (cor Branca)</p> <p>Espessura seca recomendada: 40 micrometros.</p> <p>Rendimento teórico por galão: 46,8 m² na espessura seca de 40 micrometros.</p> <p>Importante: O rendimento teórico é calculado com base nos sólidos por volume e não inclui perdas devidas à rugosidade ou porosidade da superfície, geometria das peças, métodos de aplicação, técnica do aplicador, irregularidades de superfícies, perdas de material durante a preparação, respingos, diluição em excesso, condições climáticas e espessura excessiva do filme aplicado. Considerar todas as perdas para calcular a quantidade de tinta a ser utilizada.</p> <p>Peso aproximado por galão: Componente A 3,903 kg Componente B 0,456 kg</p> <p>Vida útil da mistura: 5 horas a 25 °C</p> <p>Observação: A temperatura mais alta reduz a vida útil da mistura.</p> <p>Vida útil em estoque: Componente A 36 meses Componente B 12 meses</p> <p>Condições de armazenagem: Conservar o material em lata fechada e ao abrigo das intempéries, e de umidade, sob temperaturas que não ultrapassem 40°C.</p> <p><i>Nota: Contaminação com umidade causa problemas de cura e gelatinização do componente B. (endurecedor). Se este for aberto, deverá ser utilizado em sua totalidade.</i></p>	<p>Proporção de mistura: Conjunto de 1 galão</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Componente A</td> <td style="text-align: right;">3,168 Litros</td> </tr> <tr> <td>Componente B</td> <td style="text-align: right;">0,432 Litros</td> </tr> </table> <p>Diluyente recomendado: DILUENTE 972</p> <p>Proporção de diluição: O necessário até 20%, em volume. <i>Nota : A quantidade de diluyente pode variar dependendo das condições do ambiente durante a aplicação e do equipamento usado.</i></p> <p>Tempo de secagem:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">16°C</th> <th style="text-align: center;">25°C</th> <th style="text-align: center;">32°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ao manuseio :</td> <td style="text-align: center;">11 horas</td> <td style="text-align: center;">8 horas</td> <td style="text-align: center;">5 horas</td> </tr> <tr> <td>Cura final :</td> <td style="text-align: center;">9 dias</td> <td style="text-align: center;">7 dias</td> <td style="text-align: center;">5 dias</td> </tr> </tbody> </table> <p>Os tempos de secagem dependem das temperaturas ambiente e da superfície, da umidade relativa do ar e da espessura do filme. Em condições diferentes da normalidade, recomendamos consultar a Assistência Técnica da Sherwin-Williams.</p> <p>Intervalo entre demãos : Quando necessário aplicar uma segunda demão ou para aplicação da demão subsequente do produto recomendado no esquema de pintura, devem ser observados os intervalos entre demãos mínimas e máximas indicados abaixo:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Temperatura</th> <th style="text-align: center;">Mínimo</th> <th style="text-align: center;">Máximo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16°C</td> <td style="text-align: center;">36 horas</td> <td style="text-align: center;">48 horas</td> </tr> <tr> <td>25°C</td> <td style="text-align: center;">24 horas</td> <td style="text-align: center;">36 horas</td> </tr> <tr> <td>32°C</td> <td style="text-align: center;">16 horas</td> <td style="text-align: center;">24 horas</td> </tr> </tbody> </table> <p>Se for ultrapassado o limite máximo indicado para aplicação da demão subsequente, é necessário lixar a superfície para se obter aderência satisfatória entre as camadas.</p> <p>Resistência ao calor seco : Temperatura máxima de 90°C</p> <p>Nota: Revestimentos orgânicos podem sofrer alteração de cor quando expostos ao calor, em temperaturas superiores a 60° C.</p>	Componente A	3,168 Litros	Componente B	0,432 Litros		16°C	25°C	32°C	Ao manuseio :	11 horas	8 horas	5 horas	Cura final :	9 dias	7 dias	5 dias	Temperatura	Mínimo	Máximo	16°C	36 horas	48 horas	25°C	24 horas	36 horas	32°C	16 horas	24 horas
Componente A	3,168 Litros																												
Componente B	0,432 Litros																												
	16°C	25°C	32°C																										
Ao manuseio :	11 horas	8 horas	5 horas																										
Cura final :	9 dias	7 dias	5 dias																										
Temperatura	Mínimo	Máximo																											
16°C	36 horas	48 horas																											
25°C	24 horas	36 horas																											
32°C	16 horas	24 horas																											



SUMATANE 355

Comp. A – 187....

Comp. B – 187.900

INFORMAÇÕES SOBRE O PRODUTO	
PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE	CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO
<p>A superfície deverá estar íntegra e em condições perfeitas. É necessária a remoção completa de óleos, pós, graxas, sujeiras e materiais estranhos, para assegurar aderência satisfatória.</p> <p>Para remover a oleosidade da superfície use solução de SUMACLEAN WB ou panos limpos embebidos em DILUENTE 905.</p> <p>Aplicar sobre o primer recomendado no sistema de pintura.</p>	<p>Temperatura da superfície: mínima 5°C máxima 50°C</p> <p>A temperatura da superfície deverá estar no mínimo 3°C acima da temperatura do ponto de orvalho.</p> <p>Temperatura da tinta: mínima 5°C máxima 35°C</p> <p>Umidade relativa do ar: 10 a 85%.</p>
EQUIPAMENTO PARA APLICAÇÃO	INSTRUÇÕES PARA APLICAÇÃO
<p>Os dados abaixo servem como guia. Podem ser utilizados equipamentos similares.</p> <p>Mudanças nas pressões e nos tamanhos dos bicos podem ser necessárias para melhorar as características da pulverização. Antes da aplicação esteja seguro de que os equipamentos e respectivos componentes estejam limpos e nas melhores condições. Purgue a linha de ar comprimido para evitar contaminação da tinta.</p> <p>Pistola airless: Pressão 1800-2000 psi Mangueira ¼" de diâmetro interno Bico 0,015" a 0,019" Filtro malha 60 Diluição Não necessário.</p> <p>Pistola convencional: Pistola JGA 502/3 Devilbiss Bico de fluido FX - FF Capa de ar 704 Pressão de atomização 50 psi Pressão no tanque 30 psi Diluição O necessário até 20%, em volume.</p> <p>OBS: Para cores Metálicas não é recomendado aplicação a rolo e ou trincha.</p> <p>Trincha: Usar trincha com 75 a 100 mm de largura para superfícies maiores e com 25 a 38 mm para parafusos, porcas, cordões de solda e retoques.</p> <p>Rolo: Usar rolos de lã de carneiro ou de lã sintética.</p> <p>Limpeza dos equipamentos: Utilizar DILUENTE 972.</p>	<p>Mistura: Agite o conteúdo de cada um dos componentes, vigorosamente, se possível com agitador mecânico. Assegure-se de que nenhum pigmento fique retido no fundo da lata.</p> <p>Adicione o componente B ao componente A, respeitando a relação de mistura. Misture vigorosamente, se possível com agitador mecânico.</p> <p>Adicione o diluente somente depois que a mistura dos dois componentes estiver completa.</p> <p>Aguarde 15 minutos antes da aplicação.</p> <p>Aplicação: Reforce todos os cantos vivos, fendas e cordões de soldas, com trincha, para evitar falhas prematuras nestas áreas.</p> <p>Quando aplicar por pulverização, faça uma sobreposição de 50% de cada passe da pistola, para evitar que fiquem áreas descobertas e desprotegidas, terminando com repasse cruzado.</p> <p>Excessiva diluição da tinta pode afetar a formação e o aspecto do filme e dificultar a obtenção da espessura especificada.</p> <p>Não aplique o material após o tempo de vida útil da mistura.</p>
INSTRUÇÕES PARA DESCARTE DE EMBALAGENS	
<p>Descontamine a embalagem vazia, lavando-a com o mesmo solvente utilizado na limpeza dos equipamentos. Após a descontaminação, envie para reciclagem.</p>	
<p><i>As informações contidas nesta ficha decorrem de dados compilados para sua ajuda e orientação e são baseados em nossa experiência e conhecimento. Tendo em vista, porém, que fatores como preparação de superfície e aplicação nem sempre estão sob nosso controle e subordinam-se à obediência rigorosa das especificações estabelecidas, eximimo-nos de qualquer responsabilidade relativa a rendimento, desempenho ou danos de qualquer natureza.</i></p>	

FONTE: SHERWIN-WILLIAMS

7.5 ANEXO III - RELATÓRIO DE INSPEÇÃO

Relatório de Inspeção de Tratamento e Pintura

Obra: [REDACTED] DOC Nº 144/18JK
 Cliente: [REDACTED]

Peça: MEIA TESOURA Item nº [REDACTED]
 Qtde: 7

Unidade	
BLHA	BLBA
BLHB	BLRC
BLHC	BLSA
BLHD	

PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Material Aço Carbono Limpeza Química (x) Aprovada () Reprovada

Jateamento / Limpeza Mecânica
 Padrão de Limpeza: Sa 2 1/2
 Tipo de Abrasivo: Granalha de Aço G50 - Romão Gogola, LOTE: 090218; Certificado: _____

Perfil de Rugosidade	Especificado	0,35 - 0,5 µm	Obtidos:			
			35	40	30	45
			35	45	35	40

RESULTADO JATEAMENTO:
 (x) LIBERADO Data: 15/02/2018 Hora: 10:00
 () REPROVADO

OBS: 1- Atentar às condições do ambiente.

INSPEÇÃO VISUAL DA SOLDA

Local	Junta	Comp. Solda (mm)	Status		Observações
			Aprovada	Reprovada	

OBS:

ENSAIO DE LIQUIDO PENETRANTE

Solvente		Penetrante		Removedor		Revelador	
Nº Lote		Nº Lote		Nº Lote		Nº Lote	
Fabricante:		Fabricante:		Fabricante:		Fabricante:	
Ref. Comercial:		Ref. Comercial:		Ref. Comercial:		Ref. Comercial:	
Data Fabr.:		Data Fabr.:		Data Fabr.:		Data Fabr.:	
Local	Junta	Comp. Solda	Status		Observações		
			Aprovada	Reprovada			

OBS:

LEGENDA:

A - APROVADO	DI - DEPOSIÇÃO INSUFICIENTE	REC - RECOMENDADO ENSAIO COMPLEMENTAR	O - OUTROS
R - REPROVADO	FP - FALTA DE PENETRAÇÃO	TT - TRINCA TRANSVERSAL	
FF - FALTA FUSÃO	PO - POROSIDADE	SP - SOBREPOSIÇÃO	
MO - MORDEDURA	TL - TRINCA LONGITUDINAL	C/CJ - COM COBRE JUNTA	

Relatório de Inspeção de Tratamento e Pintura

INSPEÇÃO DO PROCESSO DE APLICAÇÃO DE TINTA					
		1º demão	2º demão	3º demão	4º demão
Fabricante		SHERWIN WILLIANS	SHERWIN WILLIANS	/	/
Produto		SUMADUR	SUMATANE		
Ref. Normativa					
Certificado nº					
Componente "A"	Lote	SU 0028 AA1	SU 3457 BH1		
	Fabricação	JAN/2018	DEZ/2017		
	Validade	DEZ/2019	DEZ/2020		
Componente "B"	Lote	SU 0108 BS1	SU 3387 AN1		
	Fabricação	JAN/2018	DEZ/2017		
	Validade	DEZ/2020	DEZ/2018		
Cor		CINZA N 6.5	CINZA N 6.5		
Data da Aplicação		15/02/2018	16/02/2018		
Temperatura (°C)	Ambiente	34°C	29°C		
	Substrato	33°C	27°C		
Umidade Relativa Ar (%)		45%	51%		
Ponto de Orvalho (°C)		16°C	15°C		
Método de Aplicação (T / R / P / PCA / A)		T/R/P	T/R/P		
<i>Legenda: T - Trincha; R - Rolo; P - Pistola Convencional; A - Pistola Air-less; PCA - Pistola com Agitador Mecânico</i>					
Espessura Seca (µm)	Especificada	100 µm	40 µm	/	/
	Obtida (Média)	140 µm	60 µm		
Inspeção Visual		APROVADO	APROVADO		
Aderência: (X) NBR 11003 () ASTM D 4541-A4					

TESTE DE ANCORAGEM / AFERIÇÃO DE CAMADA

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO	DATA CALIBRAÇÃO	CERTIFICADO

OBSERVAÇÕES PARA APROVAÇÃO

LAUDO FINAL (X) APROVADO () REPROVADO

7.6 ANEXO IV - RELATÓRIO DE INSPEÇÃO

Relatório de Inspeção de Tratamento e Pintura

Obra: [REDACTED] DOC Nº 310/18JK
 Cliente: [REDACTED]

Peça: CHASSI INFERIOR MAIOR Item nº [REDACTED]
 Qtde: 1

Unidade	
BLHA	BLBA
BLHB	BLRC
BLHC	BLSA
BLHD	

PREPARAÇÃO DA SUPERFÍCIE

Material Aço Carbono Limpeza Química (x) Aprovada () Reprovada

Jateamento / Limpeza Mecânica
 Padrão de Limpeza: Sa 2 1/2
 Tipo de Abrasivo: Gralha de Aço G50 - Romão Gogola, LOTE: 090218; Certificado: _____

Perfil de Rugosidade	Especificado	0,35 - 0,5 µm	Obtidos:	45	40	50	50
			55	40	40	55	55

RESULTADO JATEAMENTO:
 (x) LIBERADO Data: 28/02/2018 Hora: 09:00
 () REPROVADO

OBS: 1- Atentar às condições do ambiente.

INSPEÇÃO VISUAL DA SOLDA

Local	Junta	Comp. Solda (mm)	Status		Observações
			Aprovada	Reprovada	

OBS:

ENSAIO DE LIQUIDO PENETRANTE

Solvente		Penetrante		Removedor		Revelador	
Nº Lote		Nº Lote		Nº Lote		Nº Lote	
Fabricante:		Fabricante:		Fabricante:		Fabricante:	
Ref. Comercial:		Ref. Comercial:		Ref. Comercial:		Ref. Comercial:	
Data Fabr.:		Data Fabr.:		Data Fabr.:		Data Fabr.:	
Local	Junta	Comp. Solda	Status		Observações		
			Aprovada	Reprovada			

OBS:

LEGENDA:

A - APROVADO	DI - DEPOSIÇÃO INSUFICIENTE	REC - RECOMENDADO ENSAIO COMPLEMENTAR	O - OUTROS
R - REPROVADO	FF - FALTA DE PENETRAÇÃO	TT - TRINCA TRANSVERSAL	
FF - FALTA FUSÃO	PO - POROSIDADE	SP - SOBREPOSIÇÃO	
MO - MORDEDURA	TL - TRINCA LONGITUDINAL	C/CJ - COM COBRE JUNTA	

Relatório de Inspeção de Tratamento e Pintura

INSPEÇÃO DO PROCESSO DE APLICAÇÃO DE TINTA					
		1ª demão	2ª demão	3ª demão	4ª demão
Fabricante		SHERWIN WILLIANS	SHERWIN WILLIANS		
Produto		SUMADUR	SUMATANE		
Ref. Normativa					
Certificado nº					
Componente "A"	Lote	SU 3527 CF1	SU 0098 BC1		
	Fabricação	DEZ/2017	DEZ/2017		
	Validade	DEZ/2019	DEZ/2020		
Componente "B"	Lote	SU 0158 CS1	SU 3387 AN1		
	Fabricação	JAN/2018	JAN/2018		
	Validade	DEZ/2020	DEZ/2021		
Cor		BRANCO N 9.5	CINZA N 6.5		
Data da Aplicação		26/02/2018	27/02/2018		
Temperatura (°C)	Ambiente	29°C	31,1°C		
	Substrato	26,2	28°C		
Umidade Relativa Ar (%)		61%	57%		
Ponto de Orvalho (°C)		16,5°C	19,5°C		
Método de Aplicação (T / R / P / PCA / A)		T/R/P	T/R/P		
<i>Legenda: T - Trincha; R - Rob; P - Pistola Convencional; A - Pistola Air-less; PCA - Pistola com Agitador Mecânico</i>					
Espessura Seca (µm)	Especificada	100 µm	40 µm		
	Obtida (Média)	133 µm	55 µm		
Inspeção Visual		APROVADO	APROVADO		
Aderência: (X) NBR 11003 () ASTM D 4541-A4					

TESTE DE ANCORAGEM / AFERIÇÃO DE CAMADA

--

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO	DATA CALIBRAÇÃO	CERTIFICADO

OBSERVAÇÕES PARA APROVAÇÃO

LAUDO FINAL (X) APROVADO () REPROVADO

7.7 ANEXO V – ESPECIFICAÇÃO DE GRANALHAS

ESPECIFICAÇÕES			
GRANALHAS ESFÉRICAS		GRANALHAS ANGULARES	
Tipo	Medida em mm	Tipo	Medida em mm
S 70	0,17 a 0,30	G 12	1,68 a 2,00
S 110	0,30 a 0,42	G 14	1,41 a 1,68
S 170	0,42 a 0,59	G 16	1,19 a 1,41
S 230	0,59 a 0,71	G 18	1,00 a 1,19
S 280	0,71 a 0,84 SEM ESTOQUE	G 25	0,71 a 1,00
S 330	0,84 a 1,00 SEM ESTOQUE	G 40	0,42 a 0,84
S 390	1,00 a 1,19	G 50	0,30 a 0,59
S 460	1,19 a 1,41	G 80	0,18 a 0,35
S 550	1,41 a 1,68	G 120	0,15 a 0,18
S 660	1,68 a 2,00		
S 780	2,00 a 2,38		

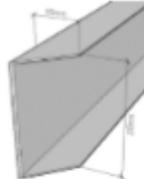
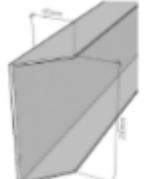
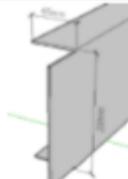
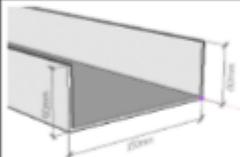
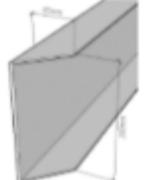
PESO ESPECÍFICO DA GRANALHA			
ANGULAR	PESO KG/LITRO	ESFÉRICA	PESO KG/LITRO
G 12	3,70	S 110	4,15
G 14	3,60	S 170	4,15
G 16	3,55	S 230	4,15
G 18	3,53	S 280	4,15
G 25	3,50	S 330	4,15
G 40	3,47	S 390	4,15
G 50	3,45	S 460	4,13
G 80	3,10	S 550	4,12
G 120	2,90	S 660	4,10

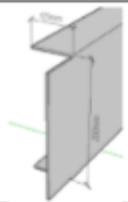
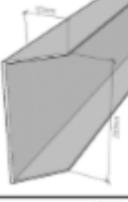
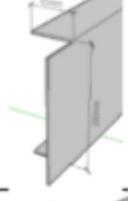
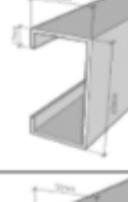
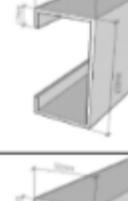
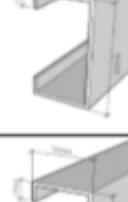
2 litros de Pó angular pesa 7 kg
 2 Litros de G120 - 6,500 kg
 2 litros de S170 – 8,560 kg
 2 litros de 170MF - 9,310 kg
 2 litros de G50 – 6,530 kg
 2 litros alo ima Pedro 3,680 kg

FONTE: ROMÃO GOGOLLA INDÚSTRIA DE ABRASIVOS E GRANALHAS LTDA

7.8 ANEXO VI – COMPONENTES MÓDULO ARTICULADO

CLASSIFICAÇÃO DE PEÇAS DOS MÓDULOS METÁLICOS ARTICULADOS

Item	Peça	L (mm)	Perfil	Volume [mm ³]	Peso [kg]	Peso Linear [kg/m]
41	Perfil U 65x200x65mm - L = 8000mm - E = 3mm	8000,0		7.762.452,0	60,935	7,617
42	Perfil U 65x200x65mm - L = 2380mm - E = 3mm	2380,0		2.286.264,0	17,947	7,541
43	Perfil U (br) 100x50x17mm - L = 2374mm - E = 3mm	2374,0		1.581.084,0	12,412	5,228
44	Perfil U 65x200x65mm - L = 2374mm - E = 3mm	2374,0		2.259.168,0	17,734	7,470
45	Perfil U 65x200x65mm - L = 4000mm - E = 3mm	4000,0		3.879.491,0	30,407	7,602
46	Perfil U 60x150x60mm - L = 2374mm - E = 3mm	2374,0		1.880.208,0	14,760	6,217
47	Perfil U 65x200x65mm - L = 6000mm - E = 3mm	6000,0		5.804.904,0	45,568	7,593

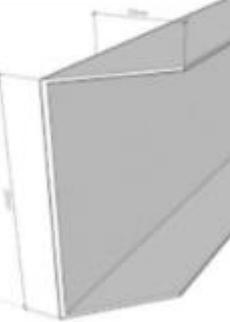
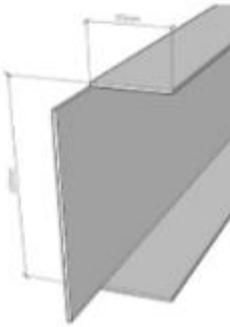
48	Perfil U 65x200x65mm - L = 5994mm - E = 3mm	5994,0		5.777.808,0	45,356	7,567
49	Perfil U 65x200x65mm - L = 1600mm - E = 3mm	1600,0		1.528.104,0	11,996	7,497
50	Perfil U 65x200x65mm - L = 1594mm - E = 3mm	1594,0		1.501.008,0	11,783	7,392
51	TESOURA DA VARANDA - PERFIL U 100x50x17mm - E = 3mm	4200,0		2.797.200,0	21,958	5,228
52	PILAR DA VARANDA - PERFIL U 100x50x17mm - E = 3mm	3000,0		1.998.000,0	15,884	5,228
53	VIGA DA VARANDA - PERFIL U 100x50x17mm - E = 3mm	4760,0		3.170.160,0	24,886	5,228
54	TERÇA DA VARANDA - PERFIL U 100x50x17mm - E = 3mm	4760,0		3.170.160,0	24,886	5,228

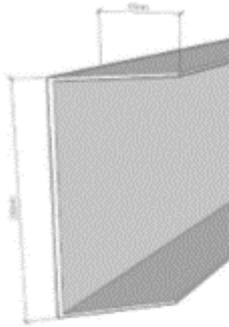
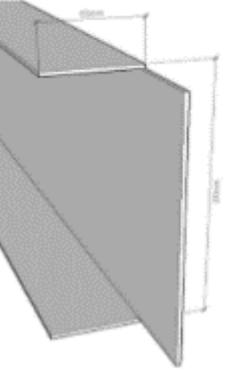
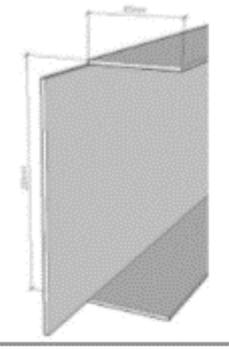
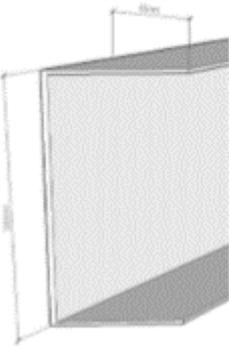
58	REFORÇO - MÃO FRANCESA			1.409.831,0	11,067	
----	------------------------	--	--	-------------	--------	--

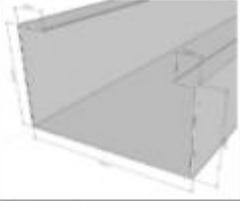
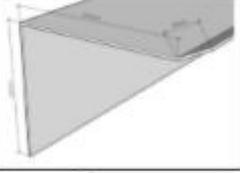
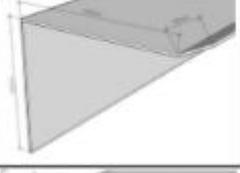
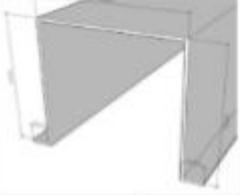
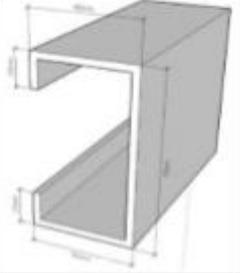
FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA

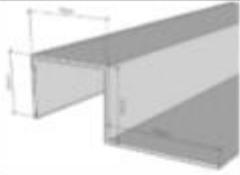
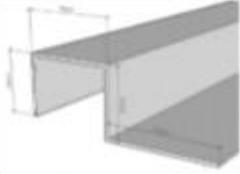
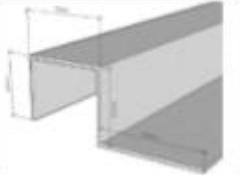
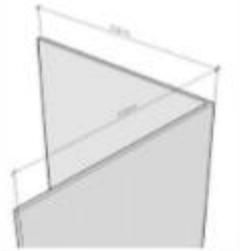
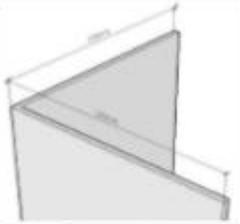
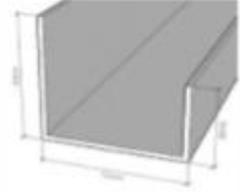
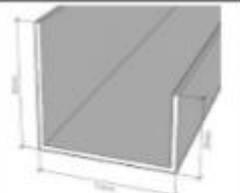
7.9 ANEXO VII - COMPONENTES MÓDULO SIMPLES

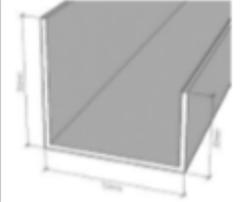
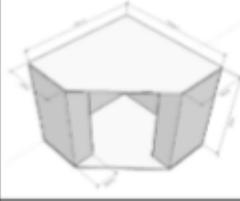
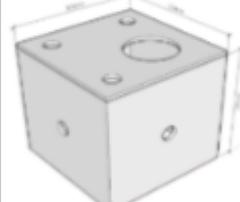
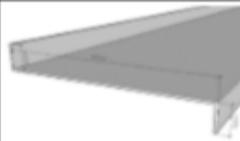
CLASSIFICAÇÃO DE PEÇAS DOS MÓDULOS METÁLICOS

Item	Peça	L (mm)	Perfil	Volume (mm ³)	Peso (kg)	Peso Linear (kg/m)
1A	Perfil U 65x200x65mm - L = 2420mm - E = 3mm	2420,0		2.303.880,0	18,085	7,473
1B	Perfil U 65x200x65mm - L = 2358mm - E = 3mm	2358,0		2.267.798,0	17,802	7,550
2	Perfil U 65x200x65mm - L = 2440mm - E = 3mm	2440,0		2.340.584,0	18,405	7,563
3	Perfil U 65x200x65mm - L = 2434mm - E = 3mm	2434,0		2.318.073,0	18,197	7,476

4	Perfl U 65x200x65mm - L = 9200mm - E = 3mm	6000,0		5.904.904,0	45,568	7,595
5	Perfl U 65x200x65mm - L = 1210mm - E = 3mm	1210,0		1.151.940,0	9,043	7,473
7	Perfl U 65x200x65mm - L = 2754mm - E = 3mm	2754,0		2.628.528,0	20,634	7,482
8	Perfl U 65x200x65mm - L = 2760mm - E = 3mm	2760,0		2.655.624,0	20,847	7,553

9	Calha 10x190x285x150x30mm - L = 2440mm - E = 3mm	2440,0		1.072.760,0	39,821	36,328
10	CANTONEIRA TETO MOD MENOR 40x205x200mm - L = 2754mm - E = 3mm	2754,0		3.058.445,0	28,719	30,428
11	CANTONEIRA TETO MOD MAIOR 40x205x200mm - L = 3994mm - E = 3mm	3994,0		7.962.496,0	62,506	30,428
12A	TRAVESSA DO TETO (PDF, CARTOLA) 20x150x150x30mm - L = 2440mm - E = 3mm	2440,0		3.586.800,0	26,156	11,546
12B	TRAVESSA TETO MENOR (PERFIL 'U' ENR), 75x60x15 mm - L = 2440mm - E = 3mm	2440,0		1.266.380,0	9,941	4,074
12C	TRAVESSA TETO MENOR (PERFIL 'U' ENR), 75x60x15 mm - L = 1000mm - E = 3mm	1000,0		51.900,0	0,407	4,074

13	PERFIL "GANCHO" - FRENTE/FUNDO 40x16x50x70 mm - L = 2140mm - E = 2mm	2140,0		937.320,0	7,858	3,438
14	PERFIL "GANCHO" - LATERAL - L = 5700mm - E = 2mm	5700,0		2.496.600,0	19,398	3,438
15	PERFIL "GANCHO" - LATERAL - L = 2530mm - E = 2mm	2530,0		1.318.140,0	8,099	3,438
16	PERFIL "L" COLUMNA EXTERNA 150x150mm - L = 2600mm - E = 3mm	2600,0		2.316.000,0	18,183	6,998
17	PERFIL "L" COLUMNA INTERNA 108x108mm - L = 2600mm - E = 3mm	2600,0		1.861.400,0	13,042	5,026
18	PERFIL "U" PANEI PISO FRENTE/FUNDO 50x52x30mm - L = 2140mm - E = 2mm	2140,0		547.840,0	4,301	2,010
19	PERFIL "U" PANEI LATERAL 50x52x30mm - L = 2400mm - E = 2mm	2400,0		629.760,0	4,944	2,010

20	PERFIL "U" PAINEL LATERAL 50x12x30mm - L = 5700mm - E = 2mm	5700,0		1.456.200,0	11,455	2,000
21	PÉ DO CHASSIS - E = 3mm			327.076,0	2,568	
22	COPO DE ACOPLAGEM - E = 3mm			147.573,0	1,158	
23A	DEGRAU PADRÃO - E = 3mm	1644,0		1.874.160,0	14,712	8,940

FONTE: DISPONIBILIZADO PELA EMPRESA