

RESTAURAÇÃO E AMPLIAÇÃO – AEROPORTO DE PASSO FUNDO

RDCi Presencial nº 0001/2018 – CELIC/RS



**Consórcio Traçado-Engelétrica** | Reforma e ampliação Aeroporto de Passo Fundo

**AER-PFB-PE-EST-MDE-V07-R00**

GRUPO: PROJETO EXECUTIVO

DISCIPLINA: ESTRUTURA METÁLICA

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

**Memorial Descritivo e de Cálculo do Prédio KF/CUT**

**Consórcio Traçado-Engelétrica**

RESTAURAÇÃO E AMPLIAÇÃO – AEROPORTO DE PASSO FUNDO  
RDCi Presencial nº 0001/2018 – CELIC/RS

**Documento Elaborado por:**

CONSTSUL Engenharia



**Responsável:**

Rodrigo Costa da Silveira  
CREA 120.155/RS

00	Nov/20	Emissão Inicial	RCS	
REV	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	APROV. CTE
Elaboração: Rodrigo Costa da Silveira			Data: 17/11/2020	
Aprovação CTE:			Data:	
Aprovação Final DAP				
			Data: __/__/____.	

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS, COM SUAS RESPECTIVAS VANTAGENS E DESVANTAGENS E DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DECISÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES E CONDICIONANTES DE PROJETO.....</b>	<b>5</b>
<b>4. DADOS DO PROGRAMA ESTRUTURAL .....</b>	<b>5</b>
<b>5. IMAGEM 3D DO MODELO ESTRUTURAL .....</b>	<b>6</b>
<b>6. NORMAS CONSIDERADAS.....</b>	<b>7</b>
<b>7. DURABILIDADE E COMPORTAMENTO AO LONGO DO TEMPO.....</b>	<b>7</b>
<b>7.1. Pintura.....</b>	<b>8</b>
<b>8. MATERIAIS UTILIZADOS E PROPRIEDADES MECÂNICAS.....</b>	<b>9</b>
<b>9. CARREGAMENTOS CONSIDERADOS.....</b>	<b>9</b>
<b>9.1. Vento.....</b>	<b>9</b>
<b>10. COMBINAÇÕES (SITUAÇÕES) DE PROJETO.....</b>	<b>10</b>
<b>11. PARÂMETROS DE ESTABILIDADE GLOBAL .....</b>	<b>11</b>
<b>12. LIMITAÇÕES DE DEFORMAÇÕES .....</b>	<b>12</b>
<b>13. MEMÓRIA TÉCNICA (DIMENSIONAMENTO DAS PEÇAS PARA ELU) .....</b>	<b>12</b>
<b>13.1. Verificação resumida das barras .....</b>	<b>12</b>
<b>14. ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>15. ETAPEAMENTO .....</b>	<b>15</b>
<b>16. COMPATIBILIZAÇÃO COM OUTRAS DISCIPLINAS .....</b>	<b>15</b>
<b>17. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>15</b>
<b>18. TERMO DE ENCERRAMENTO .....</b>	<b>16</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Este documento tem como objetivo estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do Projeto de Estrutura Metálica para o **Projeto PFB (Restauração e Ampliação do Aeroporto de Passo Fundo) - Prédio KF/CUT**.

## 2. DESCRIÇÃO DAS SOLUÇÕES PROPOSTAS, COM SUAS RESPECTIVAS VANTAGENS E DESVANTAGENS E DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DECISÃO

Estrutura metálica é um elemento estrutural cuja seção é produzida totalmente em material metálico, principalmente aço. Este é formado essencialmente por ferro e carbono e sua resistência depende da quantidade de carbono utilizado. Quanto maior o teor de carbono, maior será a resistência do aço para estrutura metálica, porém este será mais duro e frágil. Por isso, é de grande importância que o projeto estrutural para estruturas metálicas seja realizada por um profissional qualificado para a concepção de um correto dimensionamento e definição do aço a ser utilizado.

Os materiais de aço permitem maior liberdade de criação aos arquitetos e podem ser aplicados em qualquer tipo de projeto.

São diversas as vantagens de se utilizar estruturas metálicas nas obras, pois imprimem maior produtividade e velocidade construtiva aos projetos. A construção com estrutura em aço acelera a execução do projeto.

Devido ao módulo de elasticidade do aço, a estrutura metálica pode ser projetada com seções mais esbeltas e com grandes vãos livres, melhorando o uso do espaço na edificação e reduzindo a carga sobre fundações, podendo gerar economia na construção.

Os perfis metálicos são produzidos em indústria, o que garante maior controle, confiabilidade e padrão nas propriedades de cada seção. O padrão de acabamento é mais uniforme, permitindo inclusive aplicações comerciais com estrutura aparente, sem prejuízo na estética. Há impacto ambiental na produção

de perfis metálicos, como qualquer indústria. Entretanto, peças metálicas em aço possuem cadeia consolidada de reciclagem.

Porém, podemos destacar algumas desvantagens da estrutura metálica: por possuir seções mais esbeltas, deve-se ter maior preocupação com a flambagem de peças comprimidas. Possuem maior vulnerabilidade em episódios de ventos fortes. Não é difícil observar estruturas metálicas contorcidas após estes eventos climáticos. Apresentam vulnerabilidade à corrosão, principalmente sem a manutenção de sistemas protetivos, tais como pinturas.

Por requerer mão de obra treinada e especializada, podem ocorrer falhas executivas na concepção estrutural de elementos, podendo ocorrer danos à edificação. As estruturas foram dimensionadas como condicionantes principais: a arquitetura do empreendimento e as normas de projeto para estruturas metálicas em aço.

### **3. CONSIDERAÇÕES E CONDICIONANTES DE PROJETO**

As estruturas foram dimensionadas considerando como condicionantes principais a arquitetura do empreendimento e as normas de projeto para estrutura metálica.

Na etapa de detalhamento dos projetos, a especificação correta de materiais e componentes podem evitar problemas durante a execução da obra e, também, durante a pós-ocupação do edifício.

A visão do todo arquitetônico e dos detalhes, racionaliza o processo do projeto e construção e simplifica os processos de fabricação-montagem e acabamento, torna os custos compatíveis com soluções propostas e contribui para atingir objetivos propostos para a utilização do aço na construção.

### **4. DADOS DO PROGRAMA ESTRUTURAL**

O programa estrutural utilizado para o dimensionamento das estruturas metálicas da obra em questão, é o Metálicas 3D. Este é um software para cálculo estrutural e dimensionamento de elementos estruturais metálicos, estruturas de alumínio e estruturas de madeira.

Possui uma entrada de dados gráfico fácil, onde o usuário pode desenhar a estrutura com um prático comando de cotas. Basta informar as dimensões do projeto ou importar um desenho feito em qualquer software CAD (arquivos dwg ou dxf) e as linhas do desenho serão transformadas em barras, sem a necessidade de redesenhar toda a estrutura.

O programa contém uma ampla biblioteca de perfis com os principais fabricantes brasileiros cadastrados, além de permitir a edição e o cadastro de novos perfis dentro de séries existentes.

## 5. IMAGEM 3D DO MODELO ESTRUTURAL

A obra objetivo deste documento é constituída basicamente por 1 pavimento:

- Cobertura

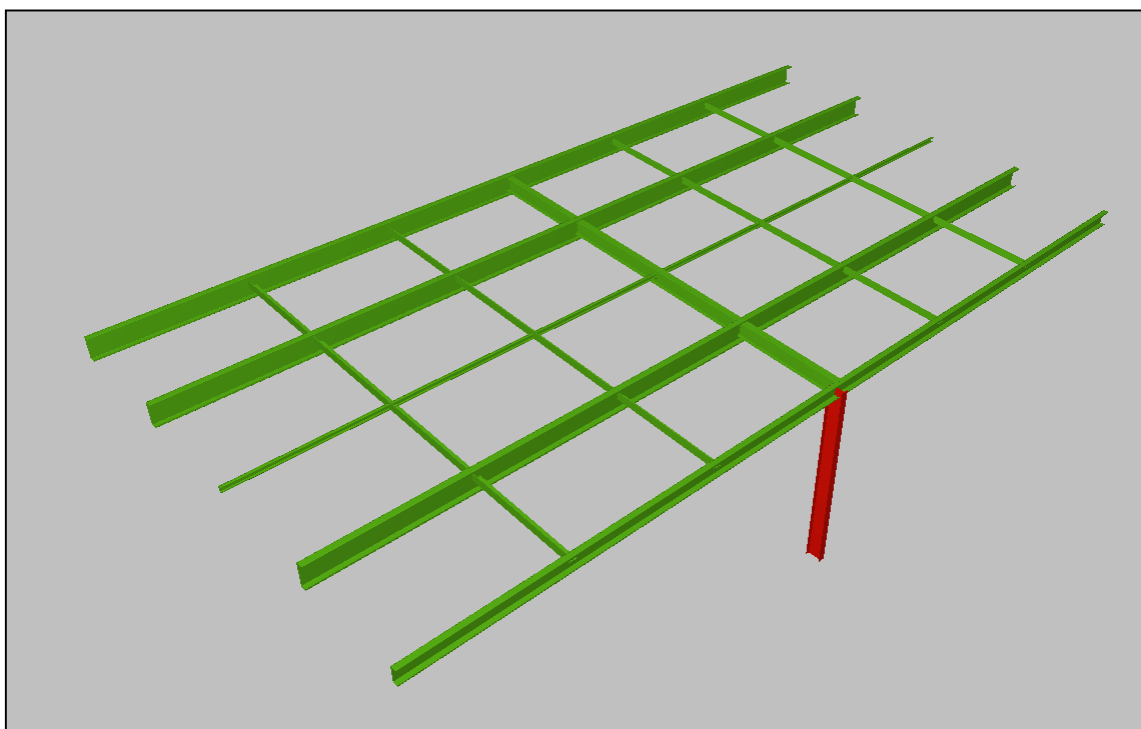


Figura 1 - Estrutura modelada em software (Metálicas 3D)

## **6. NORMAS CONSIDERADAS**

Para definição dos carregamentos e verificação da estrutura, em termos de estado limite último e estado limite de serviço, bem como determinação dos métodos executivos, seguiu-se as prescrições normativas discriminadas abaixo, bem como bibliografia complementar relativa ao objeto deste projeto.

ABNT NBR 14762:2010 - Aço dobrado;

ABNT NBR 8800:2008 - Aços laminados e soldados;

ABNT NBR 05674:2012 – Manutenção de edificações;

ABNT NBR 06118:2014 – Projetos de estruturas de concreto – Procedimento;

ABNT NBR 06120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

ABNT NBR 06123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações;

ABNT NBR 08681:2003– Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;

## **7. DURABILIDADE E COMPORTAMENTO AO LONGO DO TEMPO**

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao Escritório, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

**Tabela N.1 — Categorias de corrosividade atmosférica e exemplos de ambientes**

Categoria de corrosividade	Perda de massa por unidade de superfície/perda de espessura (após um ano de exposição)				Exemplos de ambientes típicos	
	Aço baixo-carbono		Zinco		Exterior	Interior
	Perda de massa g/m <sup>2</sup>	Perda de espessura µm	Perda de massa g/m <sup>2</sup>	Perda de espessura µm		
<b>C1</b> Muito baixa	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	-	Edificações condicionadas para o conforto humano (residências, escritórios, lojas, escolas, hotéis)
<b>C2</b> Baixa	> 10 a 200	> 1,3 a 25	> 0,7 a 5	> 0,1 a 0,7	Atmosferas com baixo nível de poluição. A maior parte das áreas rurais	Edificações onde a condensação é possível, como armazéns e ginásios cobertos
<b>C3</b> Média	> 200 a 400	> 25 a 50	> 5 a 15	> 0,7 a 2,1	Atmosferas urbanas e industriais com poluição moderada por dióxido de enxofre. Áreas costeiras de baixa salinidade	Ambientes industriais com alta umidade e alguma poluição atmosférica, como lavanderias, cervejarias e laticínios
<b>C4</b> Alta	> 400 a 650	> 50 a 80	> 15 a 30	> 2,1 a 4,2	Áreas industriais e costeiras com salinidade moderada	Ambientes como indústrias químicas e coberturas de piscinas
<b>C5-I</b> Muito alta (industrial)	> 650 a 1500	> 80 a 200	> 30 a 60	> 4,2 a 8,4	Áreas industriais com alta umidade e atmosfera agressiva	Edificações ou áreas com condensação quase que permanente e com alta poluição
<b>C5-M</b> Muito alta (marinha)	> 650 a 1500	> 80 a 200	> 30 a 60	> 4,2 a 8,4	Áreas costeiras e offshore com alta salinidade	Edificações ou áreas com condensação quase que permanente e com alta poluição

## 7.1. Pintura

Está sendo especificada uma tinta epóxi, pois é o tipo de tinta mais utilizado na manutenção industrial em geral, possui um bom acabamento e um excelente custo x benefício para a manutenção.

A espessura de 120 µm se deve a classe de agressividade: ambiente com condições normais (pouco agressivos).



## 8. MATERIAIS UTILIZADOS E PROPRIEDADES MECÂNICAS

Materiais utilizados							
Material		E (kgf/cm <sup>2</sup> )	ν	G (kgf/cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	α <sub>t</sub> (m/m°C)	γ (t/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designação						
Aço laminado	A-36 250Mpa	2038736.0	0.300	784913.4	2548.4	0.000012	7.850
	A-572 345MPa	2038736.0	0.300	784913.4	3516.8	0.000012	7.850
Aço dobrado	CF-26	2038736.0	0.300	784129.2	2650.4	0.000012	7.850
<p><i>Notação:</i>  <i>E: Módulo de elasticidade</i>  <i>ν: Módulo de poisson</i>  <i>G: Módulo de corte</i>  <i>f<sub>y</sub>: Limite elástico</i>  <i>α<sub>t</sub>: Coeficiente de dilatação</i>  <i>γ: Peso específico</i></p>							

## 9. CARREGAMENTOS CONSIDERADOS

Peso próprio

Ação permanente:

Telha: 15kg/m<sup>2</sup>

Forro: 10kg/m<sup>2</sup>

Sobrecarga: 25kg/m<sup>2</sup>

### 9.1. Vento

O valor da Velocidade Básica do Vento, V<sub>0</sub>, foi adotado com base na figura existente na ABNT NBR 6123:1988.

- Velocidade básica (m/s): 45,0;
- Fator topográfico (S<sub>1</sub>): 1,0;
- Categoria de rugosidade (S<sub>2</sub>): III - Terrenos planos ou ondulados, com obstáculos, muros, árvores, edificações baixas, fazendas, subúrbios com casas baixas;
- Classe da edificação (S<sub>2</sub>): C - Maior dimensão horizontal ou vertical superior a 50m;

- Fator estatístico (S3): 1,10 - Edificações onde se exige maior segurança. Hospitais, quartéis, forças de segurança, comunicação, etc;

•

## 10. COMBINAÇÕES (SITUAÇÕES) DE PROJETO

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

### - Situações permanentes ou transitórias

- Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

### - Combinações acidentais

- Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Ad} A_d + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Ad} A_d + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Onde:

$G_k$  Ação permanente

$P_k$  Ação de pré-esforço

$Q_k$  Ação variável

$A_d$  Ação acidental

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de segurança da ação de pré-esforço

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento

$\gamma_{Ad}$  Coeficiente parcial de segurança da ação acidental

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinação da ação variável principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

## E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.250	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

Acidental				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.100	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.400	0.400
Vento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Acidental (A)	1.000	1.000	-	-

## E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008

Normal				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.500	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

Acidental				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.300	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.400	0.400
Vento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Acidental (A)	1.000	1.000	-	-

## 11. PARÂMETROS DE ESTABILIDADE GLOBAL

A estrutura foi analisada também para a estabilidade global, foi executada uma análise elástica aproximada de segunda ordem, levando em conta os efeitos globais pelo método P- $\Delta$ . A estrutura foi verificada pelas diversas combinações de cálculo já considerando as imperfeições geométricas iniciais e das imperfeições iniciais de material conforme a NBR 8800/2008.

## 12. LIMITAÇÕES DE DEFORMAÇÕES

Descrição	$\delta$ <sup>1)</sup>
- Travessas de fechamento	$L/180$ <sup>2)</sup>
	$L/120$ <sup>3) 4)</sup>
- Terças de cobertura <sup>7)</sup>	$L/180$ <sup>5)</sup>
	$L/120$ <sup>6)</sup>
- Vigas de cobertura <sup>7)</sup>	$L/250$ <sup>8)</sup>
- Vigas de piso	$L/350$ <sup>8)</sup>
- Vigas que suportam pilares	$L/500$ <sup>8)</sup>
Vigas de rolamento: <sup>10)</sup>	
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal inferior a 200 kN	$L/600$ <sup>9)</sup>
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN, exceto pontes siderúrgicas	$L/800$ <sup>9)</sup>
- Deslocamento vertical para pontes rolantes siderúrgicas com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN	$L/1000$ <sup>9)</sup>
- Deslocamento horizontal, exceto para pontes rolantes siderúrgicas	$L/400$
- Deslocamento horizontal para pontes rolantes siderúrgicas	$L/600$
Galpões em geral e edifícios de um pavimento:	
- Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base	$H/300$
- Deslocamento horizontal do nível da viga de rolamento em relação à base	$H/400$ <sup>11) 12)</sup>
Edifícios de dois ou mais pavimentos:	
- Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base	$H/400$
- Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	$h/500$ <sup>13)</sup>

## 13. MEMÓRIA TÉCNICA (DIMENSIONAMENTO DAS PEÇAS PARA ELU)

### 13.1. Verificação resumida das barras

#### Verificações E.L.U.

Barras	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	$\lambda$	$N_t$	$N_c$	$M_x$	$M_y$	$V_x$	$V_y$	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x M_y$	$N_t M_x M_y$	$M_t$	
N1/N17	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.7$	x: 2.003 m $\eta = 26.9$	x: 2.003 m $\eta = 19.2$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 19.1$	x: 2.003 m $\eta = 7.4$	x: 2.003 m $\eta = 3.7$	x: 2.003 m $\eta = 47.0$	x: 2.003 m $\eta = 8.4$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 47.0$
N17/N18	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0.2 m $\eta = 27.3$	x: 0 m $\eta = 11.5$	x: 2.003 m $\eta = 1.0$	x: 2.003 m $\eta = 12.8$	x: 0.2 m $\eta = 7.4$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 39.3$	x: 0 m $\eta = 8.5$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 39.3$
N18/N7	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.2$	x: 2.003 m $\eta = 49.7$	x: 2.003 m $\eta = 32.5$	x: 2.003 m $\eta = 2.5$	x: 2.003 m $\eta = 35.4$	x: 2.003 m $\eta = 37.2$	x: 2.003 m $\eta = 10.6$	x: 2.003 m $\eta = 15.2$	x: 2.003 m $\eta = 82.8$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 82.8$
N7/N25	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 49.7$	x: 0 m $\eta = 32.5$	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 35.2$	x: 0 m $\eta = 37.1$	x: 0 m $\eta = 10.6$	x: 0 m $\eta = 82.6$	x: 0 m $\eta = 15.0$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 82.6$
N25/N26	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$N_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.1$	x: 1.603 m $\eta = 25.8$	x: 2.003 m $\eta = 11.0$	x: 0 m $\eta = 1.0$	x: 0 m $\eta = 12.3$	x: 1.603 m $\eta = 6.7$	x: 2.003 m $\eta = 1.2$	x: 2.003 m $\eta = 36.6$	N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 36.6$
N26/N2	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 25.3$	x: 0 m $\eta = 19.1$	x: 2.003 m $\eta = 1.2$	x: 2.003 m $\eta = 18.4$	x: 0 m $\eta = 6.5$	x: 0 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 8.0$	x: 0 m $\eta = 44.5$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 44.5$
N14/N19	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.9$	x: 2.003 m $\eta = 65.4$	x: 2.003 m $\eta = 20.8$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 43.7$	x: 2.003 m $\eta = 44.7$	x: 2.003 m $\eta = 4.3$	x: 2.003 m $\eta = 87.3$	x: 2.003 m $\eta = 18.7$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 87.3$
N19/N20	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	x: 0.401 m $\eta = 66.4$	x: 0.2 m $\eta = 9.9$	x: 2.003 m $\eta = 1.5$	x: 2.003 m $\eta = 24.8$	x: 0.401 m $\eta = 44.1$	x: 0.2 m $\eta = 1.0$	x: 0.401 m $\eta = 18.6$	x: 0.2 m $\eta = 76.4$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 76.4$
N20/N8	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$N_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.3$	x: 2.003 m $\eta = 47.7$	x: 2.003 m $\eta = 35.6$	x: 2.003 m $\eta = 3.1$	x: 2.003 m $\eta = 54.6$	x: 2.003 m $\eta = 52.6$	x: 2.003 m $\eta = 12.7$	x: 2.003 m $\eta = 83.6$	N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 83.6$
N8/N31	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 47.7$	x: 0 m $\eta = 35.6$	x: 0 m $\eta = 3.2$	x: 0 m $\eta = 55.0$	x: 0 m $\eta = 53.0$	x: 0 m $\eta = 12.7$	x: 0 m $\eta = 83.7$	x: 0 m $\eta = 12.7$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 83.7$
N31/N32	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 300$ $\lambda_{yy} \leq 300$ Passa	$\eta = 0.1$	$N_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 1.803 m $\eta = 68.4$	x: 2.003 m $\eta = 12.6$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 25.4$	x: 1.803 m $\eta = 46.8$	x: 2.003 m $\eta = 1.6$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 1.803 m $\eta = 80.5$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 80.5$
N32/N11	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta = 67.7$	x: 0 m $\eta = 19.6$	x: 2.003 m $\eta = 1.6$	x: 2.003 m $\eta = 44.7$	x: 0 m $\eta = 48.0$	x: 0.2 m $\eta = 3.7$	x: 0 m $\eta = 18.6$	x: 0 m $\eta = 87.8$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 87.8$

Barras	VERIFICAÇÕES (ABNT NBR 14762:2010)													Estado
	b/t	$\lambda$	$N_t$	$N_c$	$M_x$	$M_y$	$V_x$	$V_y$	$M_x V_y$	$M_y V_x$	$N_c M_x M_y$	$N_t M_x M_y$	$M_t$	
N15/N27	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 6.0$	$\eta = 4.8$	x: 0.801 m $\eta = 50.3$	x: 1.002 m $\eta = 12.5$	x: 2.003 m $\eta = 1.3$	x: 2.003 m $\eta = 13.9$	x: 0.801 m $\eta = 25.4$	x: 0.801 m $\eta = 1.5$	x: 1.002 m $\eta = 16.6$	x: 1.002 m $\eta = 68.7$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 68.7$
N27/N30	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 2.6$	$\eta = 2.2$	x: 1.002 m $\eta = 39.2$	x: 2.003 m $\eta = 14.1$	x: 2.003 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 12.9$	x: 1.002 m $\eta = 15.4$	x: 2.003 m $\eta = 2.0$	x: 1.002 m $\eta = 12.1$	x: 1.002 m $\eta = 47.3$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 47.3$
N30/N9	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.003 m $\eta = 64.0$	x: 2.003 m $\eta = 22.8$	x: 2.003 m $\eta = 1.8$	x: 2.003 m $\eta = 14.6$	x: 2.003 m $\eta = 43.1$	x: 2.003 m $\eta = 5.2$	x: 2.003 m $\eta = 86.9$	x: 2.003 m $\eta = 40.4$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 86.9$
N9/N34	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 64.0$	x: 0 m $\eta = 22.8$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 14.6$	x: 0 m $\eta = 43.1$	x: 0 m $\eta = 5.2$	x: 0 m $\eta = 15.1$	x: 0 m $\eta = 87.0$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 87.0$
N34/N33	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.7$	$\eta = 8.5$	x: 1.002 m $\eta = 40.2$	x: 0 m $\eta = 13.7$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 2.003 m $\eta = 12.6$	x: 1.002 m $\eta = 16.2$	x: 0 m $\eta = 1.9$	x: 1.002 m $\eta = 54.2$	x: 1.002 m $\eta = 10.8$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 54.2$
N33/N12	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 1.5$	$\eta = 18.7$	x: 1.002 m $\eta = 51.9$	x: 1.002 m $\eta = 12.5$	x: 0 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 13.8$	x: 1.002 m $\eta = 26.9$	x: 1.202 m $\eta = 1.6$	x: 1.002 m $\eta = 83.3$	x: 1.002 m $\eta = 13.6$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 83.3$
N16/N28	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.4$	$\eta = 3.1$	x: 2.003 m $\eta = 62.7$	x: 2.003 m $\eta = 19.2$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 22.3$	x: 2.003 m $\eta = 40.3$	x: 2.003 m $\eta = 3.7$	x: 2.003 m $\eta = 86.1$	x: 2.003 m $\eta = 18.2$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 86.1$
N28/N29	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.2$	$\eta = 1.4$	x: 0.2 m $\eta = 62.8$	x: 0 m $\eta = 12.5$	x: 2.003 m $\eta = 1.2$	x: 2.003 m $\eta = 11.7$	x: 0.2 m $\eta = 39.5$	x: 0 m $\eta = 1.6$	x: 0 m $\eta = 77.2$	x: 0 m $\eta = 18.4$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 77.2$
N29/N10	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.1$	$N_{cSd} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 2.003 m $\eta = 55.7$	x: 2.003 m $\eta = 27.8$	x: 2.003 m $\eta = 2.4$	x: 2.003 m $\eta = 31.1$	x: 2.003 m $\eta = 40.7$	x: 2.003 m $\eta = 7.8$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 2.003 m $\eta = 83.5$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 83.5$
N10/N35	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 300$ $\lambda_{yy} \leq 300$ Passa	$\eta = 0.1$	$N_{cSd} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 55.7$	x: 0 m $\eta = 27.8$	x: 0 m $\eta = 2.4$	x: 0 m $\eta = 31.3$	x: 0 m $\eta = 40.8$	x: 0 m $\eta = 7.8$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta = 83.5$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 83.5$
N35/N36	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.6$	$\eta = 0.3$	x: 1.803 m $\eta = 63.1$	x: 2.003 m $\eta = 10.8$	x: 0 m $\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 11.6$	x: 1.803 m $\eta = 39.8$	x: 2.003 m $\eta = 1.2$	x: 1.803 m $\eta = 17.9$	x: 2.003 m $\eta = 74.4$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 74.4$
N36/N13	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 1.5$	$\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 62.9$	x: 0 m $\eta = 19.8$	x: 2.003 m $\eta = 1.2$	x: 2.003 m $\eta = 22.4$	x: 0 m $\eta = 40.5$	x: 0 m $\eta = 3.9$	x: 0 m $\eta = 18.7$	x: 0 m $\eta = 84.2$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 84.2$
N4/N21	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.2$	$\eta = 0.1$	x: 2.003 m $\eta = 32.3$	x: 2.003 m $\eta = 17.1$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 9.7$	x: 1.803 m $\eta = 10.3$	x: 2.003 m $\eta = 2.9$	x: 2.003 m $\eta = 10.1$	x: 2.003 m $\eta = 49.7$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 49.7$
N21/N22	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 300$ $\lambda_{yy} \leq 300$ Passa	$\eta = 0.2$	$N_{cSd} = 0.00$ N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.401 m $\eta = 34.5$	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 2.003 m $\eta = 0.8$	x: 2.003 m $\eta = 7.3$	x: 0.401 m $\eta = 11.9$	x: 0 m $\eta = 0.7$	N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0.401 m $\eta = 42.2$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 42.2$
N22/N5	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$N_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.5$	x: 2.003 m $\eta = 64.5$	x: 2.003 m $\eta = 33.2$	x: 2.003 m $\eta = 1.8$	x: 2.003 m $\eta = 16.9$	x: 2.003 m $\eta = 44.5$	x: 2.003 m $\eta = 11.1$	x: 2.003 m $\eta = 98.4$	N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 98.4$
N5/N23	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$N_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 64.5$	x: 0 m $\eta = 33.2$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 16.8$	x: 0 m $\eta = 44.4$	x: 0 m $\eta = 11.1$	x: 0 m $\eta = 98.3$	N.P. <sup>(3)</sup>	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 98.3$
N23/N24	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 1.402 m $\eta = 33.4$	x: 2.003 m $\eta = 10.0$	x: 0 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 7.3$	x: 1.402 m $\eta = 11.2$	x: 2.003 m $\eta = 1.0$	x: 1.603 m $\eta = 10.2$	x: 1.803 m $\eta = 42.3$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 42.3$
N24/N3	$(b_w/t) \leq 500$ $(b_f/t) \leq 60$ Passa	$\lambda_{xx} \leq 200$ $\lambda_{yy} \leq 200$ Passa	$\eta = 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 31.2$	x: 0 m $\eta = 16.2$	x: 2.003 m $\eta = 0.9$	x: 2.003 m $\eta = 9.6$	x: 0 m $\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 47.8$	x: 0 m $\eta = 9.6$	$M_{tSd} = 0.00$ N.P. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> $\eta = 47.8$

Notação:

$\lambda$ : Limitação do índice de esbeltez

$N_t$ : Resistência à tração

$N_c$ : Resistência à compressão

$M_x$ : Resistência à flexão eixo X

$M_y$ : Resistência à flexão eixo Y

$V_x$ : Resistência ao esforço cortante X

$V_y$ : Resistência ao esforço cortante Y

$NM_x M_y$ : Resistência ao esforço axial e flexão combinados

$T$ : Resistência à torção

$NMVT$ : Resistência ao momento de torção, força axial, momento fletor e cortante

$\sigma$   $\tau$  f: Resistência a interações de esforços e momento de torção

x: Distância à origem da barra

$\eta$ : Coeficiente de aproveitamento (%)

N.P.: Não procede

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.P.):

- (1) Este caso não está contemplado pela norma e, portanto, não é possível realizar a verificação.
- (2) A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.
- (3) Não há interação entre a esforço axial, momento fletor, esforço cortante e momento torsor. Portanto, a verificação não é necessária.
- (4) A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.
- (5) A verificação não procede, já que não há força axial de compressão.
- (6) A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de compressão.
- (7) A verificação não será executada, já que não existe momento fletor

## 14. ORIENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO

Durante a obra devem ser mantidas as especificações estabelecidas em projeto. A substituição de especificações constantes no projeto só poderá ser realizada com a anuência do projetista.

Estas especificações estão baseadas nas características de desempenho declaradas pelo fornecedor, porém cabe exclusivamente a ele comprovar a veracidade de tais características. Comprovação esta que deve ser solicitada pelo contratante.

A empresa de projeto não se responsabiliza pelas modificações de desempenho decorrentes de substituição de especificação sem o seu conhecimento. A construtora deverá aplicar procedimentos de execução e de controle de qualidade dos serviços de acordo com as respectivas normas técnicas de execução e controle.

Devem ser seguidas as instruções específicas de detalhamento de projeto e de especificação visando assegurar o desempenho final e, em caso de necessidade de alteração, esta deve ter a anuência do projetista antes da execução.

## **15. ETAPEAMENTO**

O Etapeamento geral da obra está descrito no documento ***AER-PFB-PLA-PE-GERAL-R00***, na pasta ***07\_Planejamento\Etapeamento***.

## **16. COMPATIBILIZAÇÃO COM OUTRAS DISCIPLINAS**

A compatibilização do Projeto de Estrutura Metálica com outras disciplinas será estabelecida na Plataforma BIM.

## **17. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As estruturas discriminadas e apresentadas no presente memorial e os projetos detalhados seguem rigorosamente as normativas vigentes brasileiras no que tange ao projeto de estruturas metálicas em aço. Quaisquer modificações ou alterações a serem realizadas deverão ser objeto de consulta e aprovação formal e por escrito do projetista responsável.

## 18. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente relatório, denominado **Memorial Descritivo e de Cálculo do Prédio KF/CUT** é composto por 16 folhas, incluindo esta, numeradas sequencialmente de 1 a 16.

Porto Alegre, novembro de 2020.