

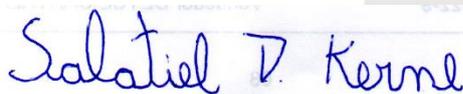
**PROJETO/ MEMORIAL DESCRITIVO  
ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO**

**DATA:** MARÇO/2023

**CLIENTE:** ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL EDMUNDO  
KERN

**ENDEREÇO:** R. ESTÂNCIA VELHA, 542 – PORTÃO VELHO, PORTÃO –  
RIO GRANDE DO SUL

**ASSUNTO:** MEMORIAL DESCRITIVO.



---

**SALATIEL D. KERNE**  
ENG.CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA: 25739 – D/AM  
CAU: 189016-6  
RRT N°12544623

**PORTÃO/2023**



## SUMÁRIO

<b>1. OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>1</b>
1.1. Dados do empreendimento .....	1
<b>2. BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL</b> .....	<b>1</b>
<b>3. OBSERVAÇÕES PRELIMINARES</b> .....	<b>2</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>3</b>
<b>5. PARÂMETROS DE PROJETO</b> .....	<b>4</b>
5.1. Concreto .....	4
5.2. Armaduras .....	4
5.3. Cobrimento dos elementos .....	4
5.4. Cargas consideradas .....	6
5.4.1 Peso próprio dos elementos .....	6
5.4.2 Cargas permanentes .....	6
5.4.3 Cargas acidentais nas lajes .....	6
<b>6. EXECUÇÃO DA ESTRUTURA</b> .....	<b>7</b>
6.1 Materiais .....	7
6.1.1 Concreto .....	7
6.1.2 Aço .....	7
6.1.3 Formas .....	8
6.1. Procedimentos .....	9
6.2.1 Dosagem de concreto .....	9
6.2.2 Mistura .....	9
6.2.3 Preparo e Transporte .....	10
6.2.4 Lançamento .....	10



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

6.2.5	Adensamento .....	11
6.2.6	Cura e Proteção do concreto .....	11
6.2.7	Controle tecnológico .....	12
6.2.8	Retirada das formas e escoramento .....	12
6.2	Mobilização .....	12
6.3	Elementos estruturais .....	13
6.4.1	Fundações .....	13
6.4.2	Pilares .....	14
6.4.3	Vigas .....	15
6.4.4	Lajes .....	16
6.4.5	Piso industrial .....	17
<b>7.</b>	<b>VISTORIA E MANUTENÇÃO DA OBRA .....</b>	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA FINAL DA OBRA .....</b>	<b>20</b>



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - CLASSES DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CAA).	5
.....	5
Figura 2 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE A CAA E O CONCRETO.	5
.....	5
Figura 3 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE A CAA E O COBRIMENTO.	5
.....	5
Figura 4 - DET. EXECUTIVO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO..	19
.....	19
Figura 5 – DET. EXECUTIVO DAS JUNTAS DE ENCONTRO.	19
.....	19



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS ELEMENTOS..4



## 1. OBJETIVO GERAL

Este documento tem como objetivo caracterizar todos os materiais e descrever todos os procedimentos técnicos envolvidos para a execução da estrutura, com o intuito de garantir padrões de qualidade e eficiência na execução dos projetos de estruturas em concreto armado da edificação da quadra poliesportiva EMEF Edmundo Kern do tipo institucional (Serviço Administrativo/ Repartição pública), localizado na Rua Estância Velha, 542 - Portão Velho, Portão - RS.

É propósito, também, deste memorial descritivo, complementar as informações contidas nos projetos, elaborar procedimentos e rotinas para a execução dos trabalhos, a fim de assegurar o cumprimento do cronograma, a qualidade da execução, a racionalidade, economia e segurança, tanto dos usuários, como dos funcionários da empresa contratada

### 1.1. Dados do empreendimento

Edificação de serviço – Institucional

Localização: R. Estância Velha, 542 - Portão Velho, Portão – RS, CEP: 93180-000.

O empreendimento é uma escola e será construída uma quadra poliesportiva constituída por blocos sobre estacas e vigas baldrame na sua infraestrutura e de pilares, vigas convencionais e lajes maciças na sua superestrutura. Todos os elementos de concreto armado moldados in loco.

## 2. BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL

Este memorial e o projeto desta edificação foi elaborado de acordo com normas brasileiras vigentes indicadas a seguir:

- ABNT NBR 6118:2014 – Projeto e Execução de Obras em Concreto Armado;



- ABNT NBR 6120:2019 – Ações para Cálculo de Estruturas de Edificações;
- ABNT NBR 6122:2019 – Projeto e Execução de Fundação;
- NR-18 – Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção;
- ABNT NBR 15575: 2013 – Edificações habitacionais – Norma De Desempenho;
- ABNT NBR 9061: 1985 - Segurança de escavação a céu aberto - Procedimento

### **3. OBSERVAÇÕES PRELIMINARES**

É de inteira responsabilidade da CONTRATADA, o fornecimento de todos os materiais, equipamentos e mão de obra qualificada necessária ao cumprimento integral do objeto da licitação, baseando-se nos projetos fornecidos e nos demais projetos a serem elaborados bem como nos respectivos memoriais descritivos, responsabilizando-se pelo atendimento a todos os dispositivos legais vigentes, bem como pelo cumprimento de normas técnicas da ABNT e demais pertinentes, normas de segurança.

Todas as pontas de barras de aço, durante a execução da obra, deverão ser protegidas com elemento especial de plástico, para se evitar acidentes.

Em caso de dúvidas, se não houver especificação em nenhum documento contratual, deve-se seguir os procedimentos indicados na NBR 14931:2004, porém, antes da execução, a fiscalização deverá ser consultada.

Todos os serviços aqui especificados deverão ser executados por profissionais habilitados.



#### 4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Serão expostas, nesse item, algumas considerações sobre o sistema estrutural adotado, composto de elementos estruturais em concreto armado. Para maiores informações sobre os materiais empregados, dimensionamento e especificações, deverá ser consultado o projeto executivo de estruturas.

A técnica construtiva adotada para a construção dos pavimentos é convencional, possibilitando a construção em qualquer região do Brasil, adotando materiais de qualidade, facilmente encontrados no comércio regional.

A contratante se reserva o direito de impugnar a aplicação de qualquer material, desde que julgada suspeita a sua qualidade pela fiscalização.

Ficarão a cargo exclusivo da empresa construtora, todas as providências e despesas correspondentes às instalações provisórias da obra, compreendendo o aparelhamento, materiais, maquinaria e ferramentas necessárias à execução dos serviços provisórios tais como: barracão, andaimes, tapumes, cerca, instalações de sanitários, de luz, de água, etc.

Deverão ser executadas as instalações necessárias ao atendimento dos funcionários da obra.

Será necessário a instalação da placa de obra num ponto que melhor caracterize o empreendimento.

Os desenhos e os detalhes do projeto são partes integrantes deste documento. Em caso de dúvidas quanto à sua interpretação, deverá ser consultada a fiscalização.





## 5. PARÂMETROS DE PROJETO

Para o cálculo dos esforços solicitantes na estrutura, utilizou-se o modelo de pórtico espacial. O software de dimensionamento e detalhamento utilizado como ferramenta auxiliar foi o AltoQi Eberick.

### 5.1. Concreto

Tanto os elementos da infraestrutura quanto os da superestrutura serão executadas em concreto com fck mínimo de 20Mpa, conforme indicado na tabela a seguir.

Elemento estrutural	Fck (Mpa)
Pilares	30
Vigas	30
Lajes	30
Blocos	30
Estacas	20
Piso	25

TABELA 1 – RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS ELEMENTOS.

Deve ser garantida a resistência do concreto correspondente à Classe de Agressividade, independente da capacidade de a estrutura absorver valores menores.

### 5.2. Armaduras

As barras de aço das armaduras passivas serão de aço CA-50 e aço CA-60. O projeto não contém armaduras ativas.

### 5.3. Cobrimento dos elementos

O cobrimento das peças estruturais e o fator água/cimento do concreto foram definidos de acordo com os parâmetros apresentados nas tabelas 6.1, 7.1 e 7.2 da NBR 6118:2014. Onde se leva em consideração a classe de agressividade do ambiente em

que a edificação será construída e também o tipo do elemento em questão.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
	I	Fraca	Rural Submersa
II	Moderada	Urbana <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>a</sup> Industrial <sup>a, b</sup>	Grande
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup> Respingos de maré	Elevado

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Figura 1 - CLASSES DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL (CAA).

FONTE: NBR 6118, 2014.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto <sup>a</sup>	Tipo <sup>b, c</sup>	Classe de agressividade (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

<sup>a</sup> O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

<sup>b</sup> CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

<sup>c</sup> CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Figura 2 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE A CAA E O CONCRETO.

FONTE: NBR 6118. 2014.

Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de agressividade ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10$  mm

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

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

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

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

Figura 5 - CORRESPONDÊNCIA ENTRE A CAA E O COBRIMENTO.

FONTE: NBR 6118, 2014.

#### 5.4. Cargas consideradas

As cargas foram definidas seguindo as diretrizes apresentadas na NBR6120:2019.

##### 5.4.1 Peso próprio dos elementos

Considerando que os elementos estruturais serão em concreto armado, tem-se que a carga resultante do peso próprio dos elementos deverá ser igual a 2.500 kgf/m<sup>3</sup>.

##### 5.4.2 Cargas permanentes

Considerou-se carregamento de alvenaria de vedação nos elementos que receberão fechamento. Dessa forma, determinou-se a altura das paredes em conformidade com o projeto arquitetônico, com espessuras de paredes de 18cm (14+2+2).

##### 5.4.3 Cargas acidentais nas lajes

As cargas nas lajes foram definidas de acordo com o cômodo em que ela apoia e considerou-se o disposto na NBR6120:2019.



## 6. EXECUÇÃO DA ESTRUTURA

Este capítulo trata das etapas referentes à execução da estrutura, de acordo com o estudo preliminar, incluindo material e equipamentos para fabricação, transporte, lançamento, acabamento, cura e controle tecnológico do concreto.

7

A Empreiteira deverá, obrigatoriamente, dispor para consulta em canteiro de obras de um conjunto completo das normas da ABNT relativas ao concreto armado, em especial a ABNT NBR 14931:2004 Execução de Estruturas de Concreto: procedimento.

### 6.1 Materiais

#### 6.1.1 Concreto

O concreto e materiais componentes deverão possuir características que atendam às Normas e especificações ABNT. Em casos de omissão ou não aplicabilidade, prevalecem as exigências de outras normas e especificações de acordo com a fiscalização.

#### 6.1.2 Aço

Para as armaduras, serão empregadas barras de aço de seção circular, de diversas bitolas do tipo CA-50/CA-60 conforme indicação do projeto estrutural.

As barras de aço e as armaduras ficarão armazenadas em local apropriado sobre vigas ou toras de madeira, colocadas sobre o terreno previamente drenado para evitar a corrosão do material e deformações em barras já preparadas para a montagem.

Serão observados os números de camadas, diâmetros de dobramento, espaçamento e bitola dos diversos tipos de barras. Estas serão amarradas com arame recozido nº 16 ou 18. Deverão ser cortadas e dobradas de acordo com os detalhes do projeto.

Antes e depois da colocação em posição, a armadura deverá estar perfeitamente limpa, sem ferrugem, pintura, graxa, terra,



cimento ou qualquer outra impureza que possa prejudicar sua aderência ao concreto ou sua conservação.

### 6.1.3 Formas

De modo geral, as formas serão executadas em tabua de madeira não aparelhada em maçaranduba, angelim ou equivalente da região, com dimensões 2,5 x 30cm, fornecidas em peças de 4 m. Para os fechamentos, sarrafo 2,5 x 7,5cm ou dimensões equivalentes da região. Sendo seus pontaletes 7,5 x 7,5cm em pinus, ou equivalente da região e, para fixação dos elementos, prego de aço polido com cabeça dupla 17 x 27 (2 1/2 x 11) e prego de aço polido com cabeça simples de 17 x 24 (2 1/4 x 11). No caso das lajes, acrescentar chapas de madeira compensada resinada de 2,20x1,10 m e espessura de 18mm.

Deverão ser executadas com rigoroso controle de qualidade conforme dimensões indicadas em projeto, com material adequado ao tipo de acabamento da superfície do concreto por ele envolvido.

Antes do início da concretagem, as formas serão molhadas até sua saturação, e o excesso de água será escoado até furos nas formas, que serão vedados em seguida.

As juntas serão vedadas e a superfície em contato com o concreto deverá estar isenta de impurezas prejudiciais à qualidade do acabamento.

O emprego de aditivos especiais, aplicados nas paredes internas das formas para facilitar a desforma, somente poderão ser utilizados, mediante aprovação prévia da fiscalização e de forma a não produzir manchas ou alterações no aspecto externo das peças.

A desforma e retirada do escoramento dos pilares, vigas e laje poderá ser realizada somente após a cura completa do concreto (mínimo 28 dias), e com cuidado para não danificar as arestas das peças.



## **6.2. Procedimentos**

### *6.2.1 Dosagem de concreto*

O traço será determinado por método racional, realizado em laboratório idôneo aceito pela fiscalização, às expensas da Empreiteira. Antes do início da concretagem deverão ser realizados estudos de dosagem compatíveis com a natureza da obra, condições de trabalho, durabilidade, condições de transporte e lançamento. O fator água/materiais secos deve considerar, em casos extremos, a temperatura e umidade relativa do ar. A dosagem, aprovada pela fiscalização, deverá resultar em produto final homogêneo com argamassa trabalhável e compatível com dimensões, finalidade, disposição e densidade de armadura dos elementos estruturais. Deve-se ainda atender às formas de transporte e adensamento.

O controle tecnológico a ser adotado para o cálculo do traço de concreto será do tipo rigoroso.

### *6.2.2 Mistura*

O concreto será usinado e deverá ser misturado na própria central de distribuição, permitindo deste modo, que seja transportado para o local da aplicação por outros meios além dos caminhões betoneira (Dumpers, Gruas, etc).

A central de distribuição de concreto deve seguir os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 7212/21 – preparo, fornecimento e controle.

Somente será admitido o processo mecânico. O tempo de mistura, será determinado pelos responsáveis técnicos pela obra e pela central dosadora. Pode-se aumentar o tempo de mistura visando a homogeneização do concreto.



O concreto descarregado do caminhão betoneira deverá ter composição e consistência uniforme em todos os elementos estruturais e nas diversas descargas.

Não será permitida a mistura de concreto com indícios de início de pega.

A fiscalização fornecerá esclarecimentos nos casos de dúvida.

### *6.2.3 Preparo e Transporte*

A concretagem das peças moldadas no local somente será realizada após a liberação por parte da fiscalização. O concreto deverá manter as características originais do traço liberado para uso, sob pena de rejeição da carga.

O concreto deve seguir dosagem estabelecida na central dosadora, adensado por vibração (vibradores mecânicos) e ter consistência adequada. O traço será determinado em função dos agregados locais, respeitando as resistências mínimas especificados em projeto.

Se necessário, deve-se adotar medidas e/ou equipamentos, com a finalidade de evitar a segregação no transporte e lançamento.

### *6.2.4 Lançamento*

O responsável pelo recebimento e lançamento tem que considerar a NBR – 12655:2022 e verificar o procedimento de aceitação e análise de exemplares de cada caminhão betoneira.

No caso de lançamento com distâncias verticais superiores a 2m, poderão ser utilizados trombas, funis ou calhas previamente aprovadas pela fiscalização. A diminuição da altura poderá ser obtida através de abertura de janelas laterais nas formas. A altura das camadas de concretagem será fixada em função das dimensões das peças e de acordo com a NBR 6118:2014.



#### 6.2.5 Adensamento

O concreto moldado no local será vibrado mecanicamente por meio de vibradores de imersão com diâmetro compatível para obtenção de máxima compacidade.

O vibrador de imersão deverá operar verticalmente e a penetração será feita com seu peso próprio. Deve-se evitar contato direto com a armadura ou as formas e sua retirada deverá ser lenta para não ocasionar a formação de vazios.

A quantidade de vibradores e respectivas potências serão determinadas de acordo com o volume de concreto a ser adensado. As aplicações sucessivas serão realizadas à distância máxima equivalente ao raio de ação de vibração.

Serão tomadas todas as precauções para evitar a formação de ninhos, alteração na disposição das armaduras, e a formação excessiva de nata na superfície ou segregação do concreto.

#### 6.2.6 Cura e Proteção do concreto

Enquanto não for atingido endurecimento satisfatório, o concreto será protegido de chuva torrencial, agentes químicos, choque e vibração com intensidade que possa produzir fissura na massa ou não aderência da armadura ao concreto.

A cura do concreto deverá ser cuidadosa, devendo ser molhado de forma abundante, depois de endurecido. A proteção contra a secagem prematura visa evitar ou reduzir os efeitos da retração por secagem e fluência, ao menos durante os primeiros sete dias após o lançamento. Esta será realizada mantendo-se umedecida a superfície, através da utilização de película impermeável, ou ainda o emprego de mantas hidrófilas.

Compostos químicos somente poderão ser empregados com aprovação da fiscalização.





### 6.2.7 Controle tecnológico

O controle da qualidade do concreto fresco e endurecido será realizado de acordo com as especificações técnicas constantes das Normas Brasileiras NBR 6118:2014 e NBR 14931:2004, sendo este processo supervisionado pela fiscalização.

12

### 6.2.8 Retirada das formas e escoramento

As formas não deverão ser retiradas, antes de decorridos os seguintes prazos:

- 3 dias, para as faces laterais de pilares e vigas;
- 14 dias, para a face inferior com pontalete bem encunhado;
- 21 dias para face inferior com pontalete.

O pontalete que permanecer após a desforma, não deverá produzir esforço de sinal contrário ao do carregamento ao qual a estrutura foi projetada para evitar o aparecimento de trincas ou rompimento.

Somente será permitido o uso da estrutura como elemento estrutural auxiliar da construção após a verificação das condições de estabilidade e aprovação da fiscalização.

## 6.2 Mobilização

Inicialmente serão construídas as instalações provisórias tais como barraco de obra, ligações de água e energia, respeitando-se neste caso os padrões das concessionárias.

Efetuada a mobilização do canteiro de obras, será executada a locação da obra de acordo com o projeto e de cotas e coordenadas fornecidas pela fiscalização.

A empreiteira deverá tomar todas as providências relativas à mobilização de pessoal e equipamentos de construção imediatamente após a assinatura do contrato, de forma a permitir



início efetivo às obras e possibilitar o cumprimento do cronograma de execução.

### **6.3 Elementos estruturais**

#### *6.4.1 Fundações*

A escolha do tipo de fundação adequado para a edificação foi feita em função das cargas da edificação e da profundidade da camada resistente do solo. Outro fator importante na definição do tipo de fundação é a presença do nível da água. O projeto executivo fornece as cargas nas fundações.

Após análise do relatório de estudo do solo, foi definido que a fundação ideal para a quadra seria: Blocos de coroamento sobre Estacas.

##### *6.4.1.1 Estacas*

As estacas deverão ser executadas por empresa especializada, com equipamento próprio para este fim, com acompanhamento de engenheiro técnico responsável que deverá apresentar a fiscalização da CONTRATANTE, ART de execução de estacas raiz de concreto, devidamente recolhida junto ao CREA.

A locação das estacas deverá obedecer ao projeto estrutural que estará em concordância com o projeto de fundações.

##### *6.4.1.2 Blocos de coroamento*

Os blocos serão moldadas in-loco e as dimensões das peças estão dispostas no projeto estrutural. Sendo sempre indicados com prefixo "B".

As escavações para os blocos de coroamento de estacas e vigas baldrame da fundação deverão considerar 30cm de abertura lateral de cada lado para cálculo de volume de abertura.

As cavas para fundações e outras partes da obra, previstas abaixo do nível do terreno, serão executadas de acordo com as



indicações constantes do projeto de fundações, demais projetos da obra e com a natureza do terreno encontrado e volume de trabalho executado.

O fundo da cava deve estar perfeitamente nivelado, ser inicialmente apiloado e compactado e por fim deverá receber uma camada de concreto magro de 5 cm, para finalmente receber as fundações da obra.

As formas dos blocos serão confeccionadas com chapa de madeira compensada resinada de 14 mm. Deverão ser executadas de forma estanque para garantir qualidade da estrutura.

A armadura deverá estar convenientemente limpa, isenta de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação.

As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento indicado em projeto.

Não será permitido a concretagem de elementos de fundação sem fôrmas, sob pena de demolição e não aceitação dos serviços.

#### *6.4.2 Pilares*

Os pilares sempre serão indicados com prefixo “P” e serão executados conforme dimensões indicadas nas plantas de formas e detalhamentos presentes no projeto estrutural.

As formas dos pilares deverão ser aprumadas e escoradas apropriadamente, utilizando-se madeira de qualidade, sem a presença de desvios dimensionais, fendas, arqueamento, encurvamento, perfuração por insetos ou podridão. Antes da concretagem, as formas deverão ser molhadas até a saturação.



Antes da concretagem as formas deverão ser umedecidas até a saturação para evitar a perda de água do concreto, porém não se pode permitir a presença de água excedente na superfície. Na execução das juntas de dilatação deverá ser utilizado material indicado em projeto que permita a dilatação do concreto.

As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento de projeto.

As armaduras dos pilares deverão obedecer às medidas e alinhamentos de projeto, amarradas umas às outras de modo a garantir a sua resistência, na concretagem.

O concreto dos pilares deverá ser lançado às formas quando estas estiverem travadas e aprumadas, tomando-se o cuidado de não lançar acima de 2m provocando segregação do concreto, prejudicando a resistência e consequente durabilidade

#### *6.4.3 Vigas*

As vigas sempre serão indicadas com prefixo “V” e serão executadas conforme dimensões indicadas nas plantas de formas e detalhamentos presentes no projeto estrutural.

Para a execução das vigas baldrame, deverão ser tomadas as seguintes precauções: na execução das formas estas deverão estar limpas para a concretagem, e colocadas no local escavado de forma que haja facilidade na sua remoção. Não será admitida a utilização da lateral da escavação como delimitadora da concretagem das sapatas ou blocos de coroamento.

Antes da concretagem, as formas deverão ser molhadas até a saturação. A concretagem deverá ser executada conforme os preceitos da norma pertinente. A cura deverá ser executada conforme norma para se evitar a fissuração da peça estrutural.



As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento de projeto.

As armaduras das vigas deverão obedecer às medidas de projeto, amarradas fortemente umas às outras por meio de pontos de amarração, evitando que as armaduras se soltem.

O concreto das vigas deverá ser lançado às formas, vibrados de acordo com a necessidade em cada ponto evitando a demora do mangote na viga, provocando segregação do concreto. A vibração deverá obedecer ao critério de aparência de nata na superfície, momento no qual deverá ser paralisada naquele ponto. Os vibradores deverão ter o diâmetro de 35 a 38 mm no máximo.

#### 6.4.4 Lajes

As lajes sempre serão indicadas com prefixo “L” e serão executadas conforme dimensões indicadas nas plantas de formas e detalhamentos presentes no projeto estrutural.

Conforme indicado em projeto, serão executadas lajes dos seguintes tipos:

- Lajes maciças.

As armaduras complementares deverão ser posicionadas conforme especificação do fornecedor, independente da armadura já apresentadas neste projeto.

Deverão ser utilizados espaçadores de concreto nas lajes para manter o cobrimento das armaduras.

Antes da concretagem das lajes deverão ser feitas vistorias nas lajes por parte da Fiscalização, em conformidade com o projeto estrutural.



O escoramento das lajes deverá ser executado com escoras de madeira de primeira qualidade ou com escoras metálicas, sendo as últimas mais adequadas. As formas deverão ser molhadas até a saturação, antes da concretagem. Após a concretagem a cura deverá ser executada para se evitar a retração do concreto e fissuração da superfície. A desforma deverá seguir os procedimentos indicados em norma.

O concreto das lajes deverá ser lançado às formas, vibrado de acordo com a necessidade em cada ponto evitando a demora do mangote, provocando segregação do concreto. A vibração deverá obedecer ao critério de aparência de nata na superfície, momento no qual deverá ser paralisada naquele ponto. Os vibradores deverão ter o diâmetro de 35 a 38 mm no máximo.

A concretagem das lajes deverá ser feita por bomba lança.

#### *6.4.5 Piso industrial*

Piso industrial polido, em concreto armado, fck 25MPa e demarcação de juntas e armaduras conforme indicado em projeto.

##### *6.4.5.1 Estrutura do piso:*

Espessura da placa: 10 cm - com tolerância executiva de +1cm/-0,5cm;

Armadura superior e inferior, tela soldada nervurada Q-92 em painel:

A armadura deve ser constituída por telas soldadas CA-60 fornecidas em painéis e que atendam a NBR 7481.

Barras de transferência: barra de aço liso CA-25, Ø=12,5mm; comprimento 35cm, metade pintada e engraxada, conforme indicado em projeto;



#### 6.4.5.2 *Sub-base:*

A sub-base de 10 cm com tolerância executiva de +2cm/- 1cm deverá ser preparada com brita graduada simples, com granulometria com diâmetro máximo de 19 mm.

A compactação deverá ser efetuada com sapo mecânico ou com placas vibratórias.

#### 6.4.5.3 *Isolamento da placa e sub-base*

O isolamento entre a placa e a sub-base, deve ser feito com filme plástico (espessura mínima de 0,15mm), como as denominadas lonas pretas; nas regiões das emendas, deve-se promover uma superposição de pelo menos 15cm.

As formas devem ser rígidas o suficiente para suportar as pressões e ter linearidade superior a 3mm em 5m;

#### 6.4.5.4 *Colocação das armaduras*

A armadura deve ter suas emendas feitas pela superposição de malhas da tela soldada, nos sentidos transversais e longitudinais, conforme indicado em projeto.

A execução do piso deverá ser feita por faixas, onde um longo pano é concretado e posteriormente as placas são cortadas, fazendo com que haja continuidade nas juntas longitudinais.

#### 6.4.5.5 Juntas de dilatação e juntas de encontro

Deverão ser executadas juntas de dilatações e de encontro, com selantes de poliuretano, respeitando o plano de concretagem, conforme indicado nos detalhes 1 e 2 do projeto (Figuras abaixo). Nas juntas de encontro, deverá ser utilizado o PU50 e nas juntas de dilatação o PU30.

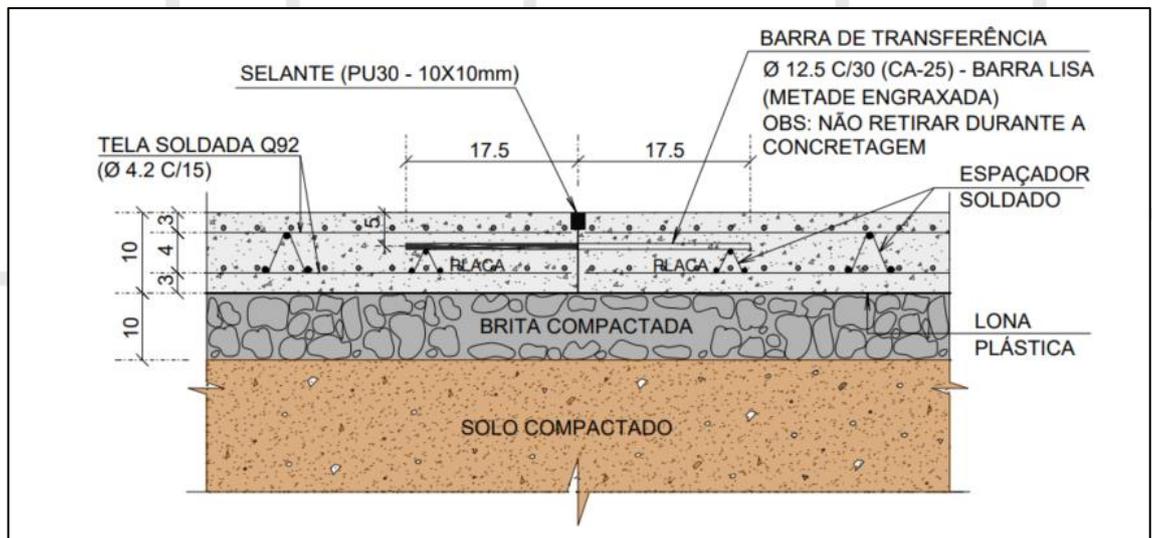


Figura 6 - DET. EXECUTIVO DAS JUNTAS DE DILATAÇÃO

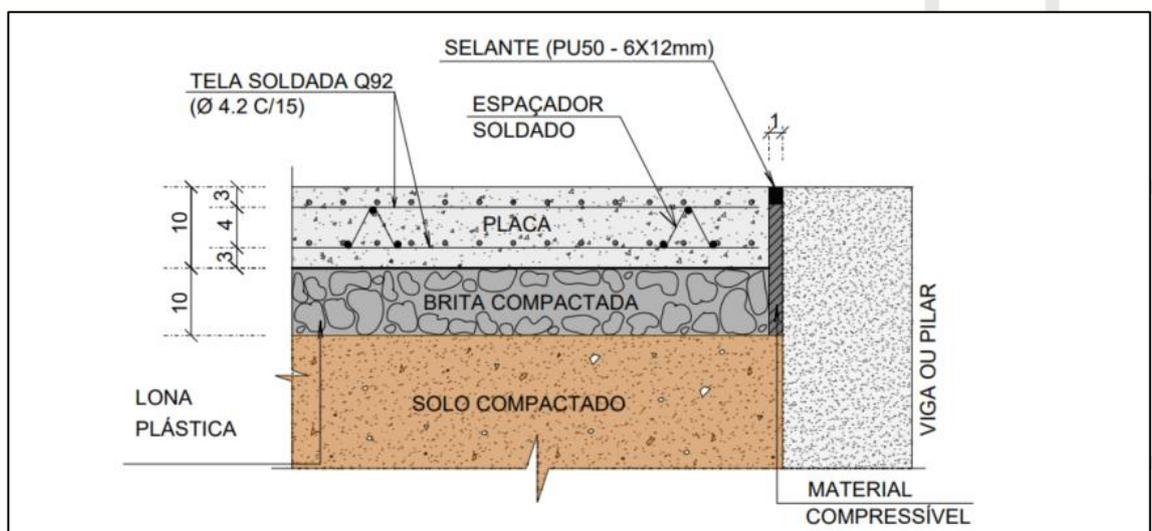


Figura 7 - DET. EXECUTIVO DAS JUNTAS DE ENCONTRO.





## 7. VISTORIA E MANUTENÇÃO DA OBRA

A estrutura do edifício deverá sofrer vistorias periódicas para avaliar o andamento da sua execução. Nesta deverão ser avaliadas a presença de possíveis alterações que aconteçam na obra devendo-se neste caso consultar o projetista para proceder a devida análise.

20

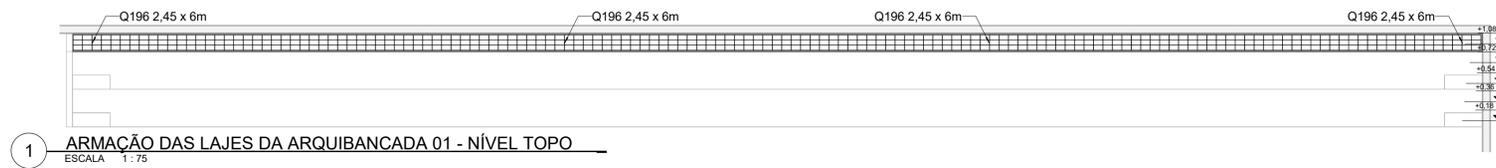
## 8. DESMOBILIZAÇÃO E LIMPEZA FINAL DA OBRA

Ao final da obra deverão ser removidas todas as instalações do canteiro de obra, equipamentos, edificações temporárias, sobras de material, formas, sucatas, etc. A escolha do local de destino do material será de inteira responsabilidade da empresa executora.

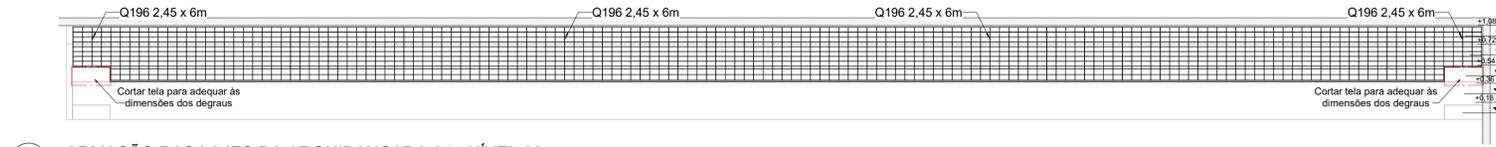
Após o término dos serviços acima especificados, deverá ser feita a remoção dos entulhos e a limpeza do canteiro de obras. As edificações deverão ser entregues em condições de pronta utilização.

---

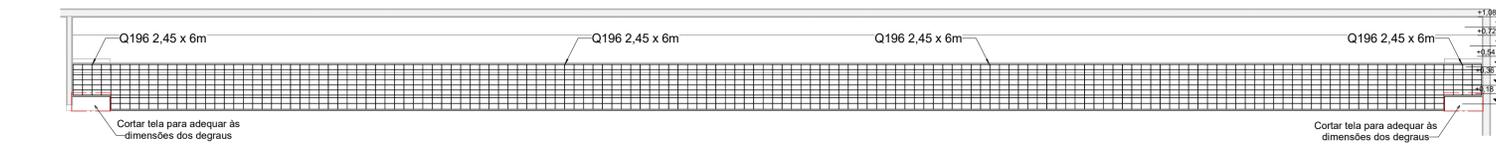
**SALATIEL D. KERNE**  
ENG.CIVIL/ ARQUITETO & URBANISTA  
CREA: 25739 – D/AM  
CAU: 189016-6  
RRT N°12544623



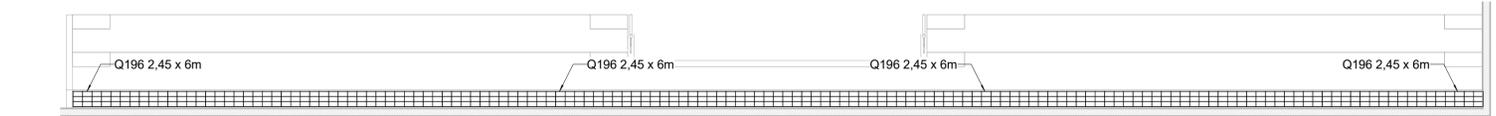
1 ARMAÇÃO DAS LAJES DA ARQUIBANCADA 01 - NÍVEL TOPO  
ESCALA 1:75



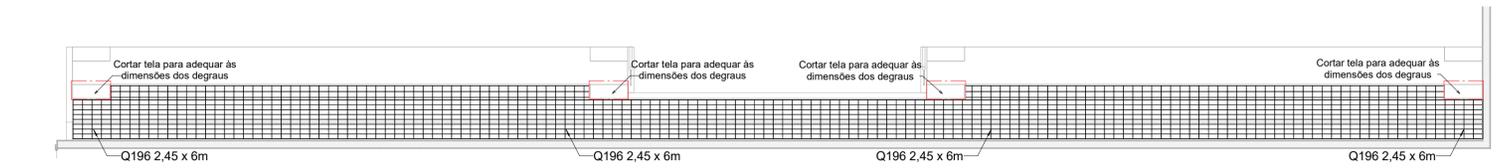
2 ARMAÇÃO DAS LAJES DA ARQUIBANCADA 01 - NÍVEL 02  
ESCALA 1:75



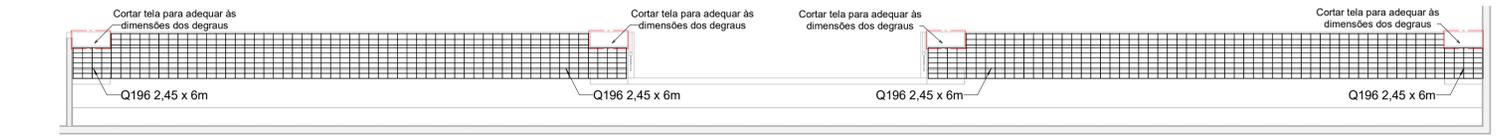
3 ARMAÇÃO DAS LAJES DA ARQUIBANCADA 01 - NÍVEL 01  
ESCALA 1:75



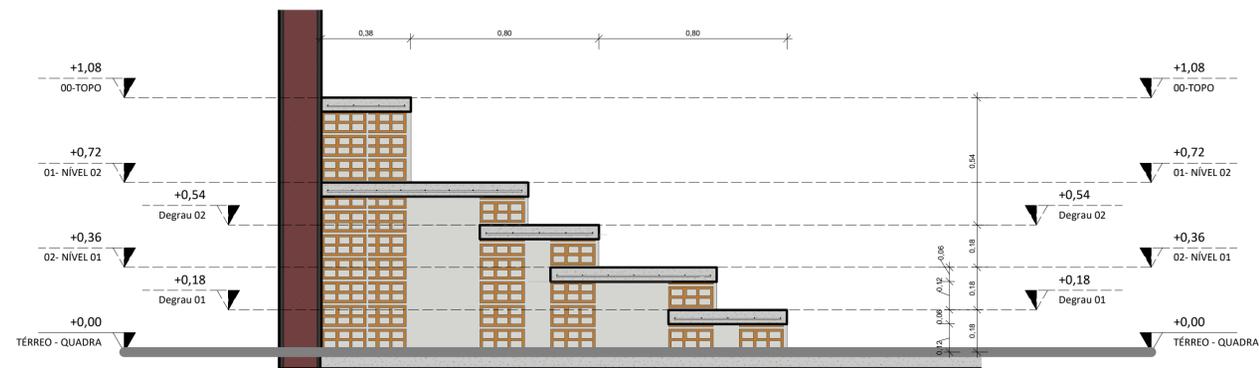
4 ARMAÇÃO DAS LAJES DA ARQUIBANCADA 02 - NÍVEL TOPO  
ESCALA 1:75



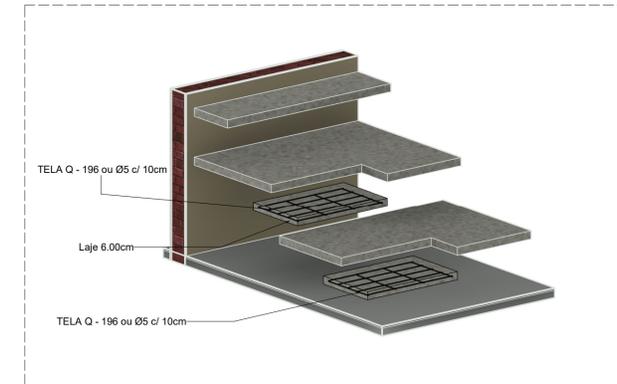
5 ARMAÇÃO DAS LAJES DA ARQUIBANCADA 02 - NÍVEL 02  
ESCALA 1:75



6 ARMAÇÃO DAS LAJES DA ARQUIBANCADA 02 - NÍVEL 01  
ESCALA 1:75



7 ELEVÇÕES DAS ARQUIBANCADAS  
ESCALA 1:15



8 DETALHE DE ARMAÇÃO DOS DEGRAUS DAS ESCADAS  
ESCALA: 1:25

NOTA:  
NO PROJETO SÃO APRESENTADOS OS QUANTITATIVOS TANTO DE ARMADURAS CONVENCIONAIS QUANTO DE TELAS SOLDADAS, FICANDO A CRITÉRIO DO EXECUTOR DA OBRA A DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO A SER UTILIZADA.

**LEGENDA - ARQUIBANCADAS**

	ARQUIBANCADA 01
	ARQUIBANCADA 02

**TABELA DE QUANTITATIVOS DE AÇO**

N	Material	Quantidade	Ø	COMP. DA BARRA	COMP. TOTAL
1	AÇO CA-60	45	5	77 cm	3443 cm
2	AÇO CA-60	51	5	46 cm	2321 cm
3	AÇO CA-60	4	5	2993 cm	11970 cm
4	AÇO CA-60	300	5	33 cm	9901 cm
5	AÇO CA-60	57	5	83 cm	4731 cm
6	AÇO CA-60	243	5	113 cm	27459 cm
7	AÇO CA-60	25	5	66 cm	1638 cm
8	AÇO CA-60	243	5	96 cm	23207 cm
9	AÇO CA-60	25	5	2994 cm	74850 cm
10	AÇO CA-60	6	5	2831 cm	16986 cm
11	AÇO CA-60	4	5	2995 cm	11978 cm
12	AÇO CA-60	12	5	1015 cm	12180 cm
13	AÇO CA-60	15	5	75 cm	1125 cm
14	AÇO CA-60	14	5	1177 cm	16471 cm

**TABELA RESUMO DE AÇO**

Tipo	Ø	Comprimento total	Peso Und.	Peso Total
5 CA-60	5	2182,6 m	0,1540 kg/m	336,12 kg

**TABELA RESUMO DE CONCRETO**

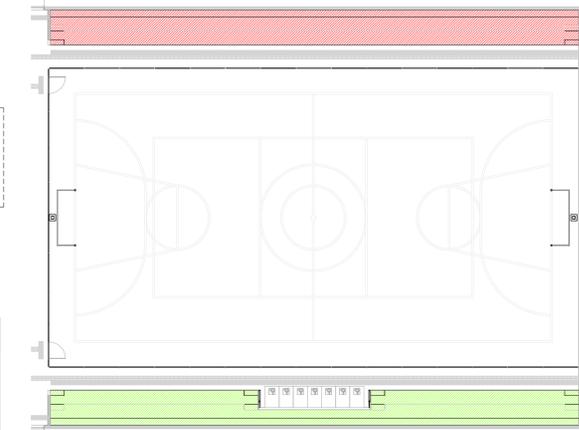
Descrição	Altura = h	Material	Área	Volume
Laje em Concreto Armado	Laje 6cm	Concreto CA - 25	147,55 m²	8,85 m³

**QUANTITATIVO DE BLOCOS**

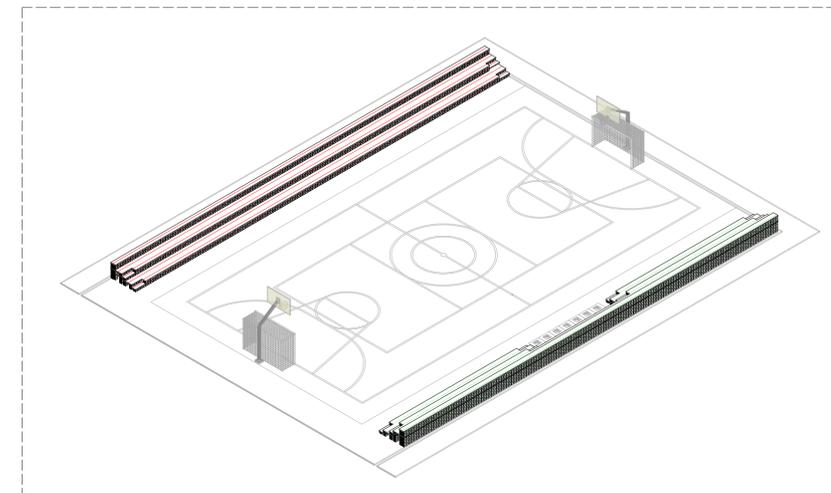
Modelo	DIMENSÕES	Total
Bloco Cerâmico Vazado	L9/H19/C19	8632

**RELAÇÃO DO AÇO**

Telas Soldadas		QUANT. PAINÉIS (und)	
AÇO	TELA	DIM. (m)	
CA60	Ø92	2,45 x 6,00	11



10 ARTICULAÇÃO DAS ARQUIBANCADAS DA QUADRA  
ESCALA 1:200



9 PERSPECTIVA 3D DA QUADRA EDMUNDO KERN  
ESCALA: 1:200

**Projeto de Estrutura das Arquibancadas** REV 00

CONTRATANTE: E.M.E.F. EDMUNDO KERN  
 AUTOR DO PROJETO: *Salatiel D. Kerne*  
 RRT:12544623  
 ENG. CIVIL, ARQUITETO & URBANISTA  
 CREA Nº 25778 - RJAM  
 CAU Nº 189016-6  
 RESPONSÁVEL OBRA: ART:

**REVISÕES**

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
00	01/2023	Emissão Inicial - Projeto executivo	Plauto Lobão

**CONTEÚDO**  
DETALHAMENTO DA ARQUIBANCADA - QUADRA EDMUNDO KERN FOLHA 01/01

**MULTIPRO** CONSULTORIAS E PROJETOS  
 CNPJ: 32.184.073/0001-77  
 ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERGIOMIR, Nº 290 - SALA 03, FLORES / MANAUS - AM  
 CONTATOS: (93)321-9911 / CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

OBRA: Institucional  
 LOCAL: RUA ESTÂNCIA VELHA, 542 - PORTÃO VELHO, PORTÃO - RIO GRANDE DO SUL  
 DESENHO: JHONATAN RODRIGUES  
 DATA: 01/23  
 ESCALA DO DESENHO: INDICADA  
 ARQUIVO: PE\_EST\_ARQUIBANCADA\_ED-KERN\_REV-01



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

**PROJETO/ MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO  
ESTRUTURA METÁLICA**

**DATA:** NOVEMBRO/2022

**CLIENTE:** EMEF EDMUNDO KERN

**ENDEREÇO:** R. Estância Velha, 542 - Portão Velho, Portão - RS

**ASSUNTO:** MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

---

**SALATIEL D. KERNE**  
ENG.CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA: 25739 – D/AM  
CAU: A2290324  
RRT N°12544623



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## SUMÁRIO

<b>1. OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>2</b>
1.1. Dados do empreendimento .....	2
<b>2. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS .....</b>	<b>2</b>
<b>4. NORMAS CONSIDERADAS .....</b>	<b>3</b>
<b>5. AÇÕES ATUANTES DA ESTRUTURA .....</b>	<b>3</b>
<b>6. TELHAS .....</b>	<b>4</b>
<b>7. TESOURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>8. TERÇAS .....</b>	<b>4</b>
<b>9. PINTURA .....</b>	<b>4</b>
<b>10. MOVIMENTAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS ...</b>	<b>4</b>
<b>11. MEMORIAL DE CÁLCULO .....</b>	<b>5</b>
11.1. OBJETIVO/ INTRODUÇÃO .....	5
11.2. NORMAS E REFERÊNCIAS CONSIDERADAS .....	5
11.3. CARREGAMENTOS ATUANTES NA COBERTURA ...	6
11.4. METODOLOGIA DA ANÁLISE .....	11
11.5. CÁLCULOS REALIZADOS .....	12
11.5.1. Barras .....	12
11.6. CARGAS .....	12
11.6.1. Barras .....	12
11.7. RESULTADOS .....	28
11.7.1. Barras .....	28



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa brasileiro de Isopletas. ....	7
Figura 2 - Orientação das ações de vento na estrutura. ....	8
Figura 3 - Modelo de análise da cobertura. ....	9
Figura 4 - Intervalos de nós utilizados para cálculo da região analisada. ....	11
Figura 5 - Perspectiva 3D da região analisada. ....	11



## 1. OBJETIVO GERAL

Este documento tem como objetivo caracterizar todos os materiais e descrever os procedimentos técnicos envolvidos para a execução da estrutura metálica, com o intuito de garantir padrões de qualidade e eficiência na execução dos projetos de estruturas da edificação da quadra EMEF Edmundo Kern do tipo institucional (Serviço Administrativo/ Repartição pública), localizado na Rua Estância Velha, 542 - Portão Velho, Portão - RS.

É propósito, também, deste memorial descritivo, complementar as informações contidas nos projetos, elaborar procedimentos e rotinas para a execução dos trabalhos, a fim de assegurar o cumprimento do cronograma, a qualidade da execução, a racionalidade, economia e segurança, tanto dos usuários, como dos funcionários da empresa contratada

### 1.1. Dados do empreendimento

Edificação de serviço – Institucional

Localização: R. Estância Velha, 542 - Portão Velho, Portão – RS.

O empreendimento se trata de uma quadra poliesportiva com cobertura em estrutura metálica com treliças em arco.

## 2. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

Cobertura regular em arco com tesouras apoiadas sobre pilares de concreto armado e terças apoiadas sobre as tesouras. A estrutura será executada em sua totalidade com perfis metálicos em chapa dobrada.

## 3. ESPECIFICAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS

- Tesouras, Terças, Travamentos: aço dobrado ASTM-A36;
- Contraventamento: aço laminado A-36 250Mpa;



- Chapas planas: ASTM-A36;
- Solda: eletrodo E-70XX ( $F_u=485\text{Mpa}$ ).

#### **4. NORMAS CONSIDERADAS**

- NBR 8800:2008 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios;
  - NBR 14762:2010 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio;
  - NBR 6120:2019 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 6123:1988- Forças devidas ao vento em edificações.

#### **5. AÇÕES ATUANTES DA ESTRUTURA**

De acordo com a NBR8800:2008, anexo B, as ações atuantes na estrutura a ser projetada são as seguintes:

- A- Carga permanente: é formada pelo peso próprio de todos os elementos constituintes da estrutura (perfis, telhas, chapas, acabamentos, vedações, etc);
- B- Sobrecarga: seu valor é função da finalidade e da área em que a estrutura for construída, podendo atingir valores de  $10\text{kN/m}^2$  ou mais. De acordo com o item B-5.1 do anexo B da NBR8800:2008, “nas coberturas comuns, não sujeitas a acúmulos de quaisquer materiais, e na ausência de especificação, deverá ser prevista uma sobrecarga nominal mínima de  $0,25\text{kN/m}^2$ ...”
- C- Ação do vento: a ação do vento sobre a estrutura será calculada de acordo com a NBR6123:1988. Conforme indicado no memorial de cálculo a seguir neste memorial.



## **6. TELHAS**

As coberturas serão compostas de telhas onduladas espessura 0,50mm (#26), com dimensões sugeridas de 1,20 x 5,00m, fixadas através de parafusos tipo telha-terça/ auto brocante, conforme indicado em projeto.

4

## **7. TESOURAS**

A estrutura do telhado será metálica, constituída por tesouras, com apoio sobre lajes ou vigas de concreto armado. Os banzos superior e inferior das tesouras, em sua maioria, serão em perfil U e L (cantoneira simétrica) em chapa dobrada. Sempre devendo ser seguida as especificações técnicas do projeto no que diz respeito a bitolas, materiais e execução.

## **8. TERÇAS**

Todas as terças serão fabricadas em perfil U, aço A36, conforme dimensões indicadas em projeto. A fixação das terças nas tesouras será através de parafusos autoperfurante diâmetro 1/4" x 25mm.

## **9. PINTURA**

As superfícies dos perfis a serem pintadas deverão ter tratamento superficial com jato de granalha de granulometria 2.5, devendo ser feito uma pintura com tinta epóxi, com no mínimo 120 microns de espessura.

Para retoques de danos mecânicos ocorridos durante o transporte e montagem deverá ser providenciado o lixamento das áreas atingidas e efetuar os reparos reconstituindo todo o sistema exigido.

## **10. MOVIMENTAÇÃO DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS**

A movimentação das estruturas de aço na obra deverá ser feita de modo a obedecer aos seguintes requisitos gerais:





As tesouras devem ser transportadas, de preferência, na posição vertical, e suspensa por dispositivos colocados em posições tais que evitaria inversão de esforços a tração e compressão nos banzos inferior e superior, respectivamente.

Deverão ser tomados cuidados especiais para os casos de peças esbeltas e que devam ser devidamente contraventadas provisoriamente, para a movimentação.

A carga e descarga da estrutura deverão ser feitas com todos os cuidados necessários para evitar deformações que as inutilizem parcial ou totalmente e que resultem em custos adicionais.

Todas as peças metálicas devem ser cuidadosamente alojadas sobre madeirame espesso disposto de forma a evitar que a peça sofra efeito de corrosão. As peças deverão ser estocadas em locais que possuem drenagem de águas pluviais adequadas evitando-se com isto o acúmulo de água sobre ou sob as peças

## **11. MEMORIAL DE CÁLCULO**

### **11.1. OBJETIVO/ INTRODUÇÃO**

Serão apresentadas nesta memória de cálculo as etapas para a determinação dos parâmetros, materiais, ações, critérios de cálculo e os resultados da análise e dimensionamento da cobertura em arco da quadra do EMEF Edmundo Kern.

### **11.2. NORMAS E REFERÊNCIAS CONSIDERADAS**

Referente aos materiais utilizados e dimensionamento dos perfis metálicos seguem prescrições das normas vigentes relacionadas a seguir:

Código	Título
--------	--------



NBR 8800/2008	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios
NBR 14762:2010	Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio
NBR 6123/1988	Forças devidas ao vento em edificações
NBR 8681/ 2004	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento

### 11.3. CARREGAMENTOS ATUANTES NA COBERTURA

Para a determinação das deformações dos elementos do projeto, levou-se em consideração a NBR 8800/2008:

- Vigas de cobertura, flecha vertical:  $L/250$ ;
- Estrutura secundárias de cobertura, flecha vertical:  $L/180$ ;
- Telhas conforme especificação do fabricante;

#### **Cargas consideradas:**

Foram consideradas neste projeto os seguintes carregamentos:

1. Sobrecarga mínima da NBR8800:2008 no valor de  $25 \text{ kg/m}^2$ ;
2. Peso próprio dos perfis metálicos e chapas: aplicação automatizada pelo software – a cobertura em questão tem um peso próprio aproximado de aço no valor de  $9,16 \text{ kg/m}^2$ ;
3. Telhado em telha metálica simples, ondulada 40 e espessura de 0,50mm e seus componentes–  $6,0 \text{ kgf/m}^2$ ;

4. Vento: A análise e definição das cargas de vento foram feitas segundo descrito na NBR – 6123/1988, conform indicado abaixo:

7

Considerações:

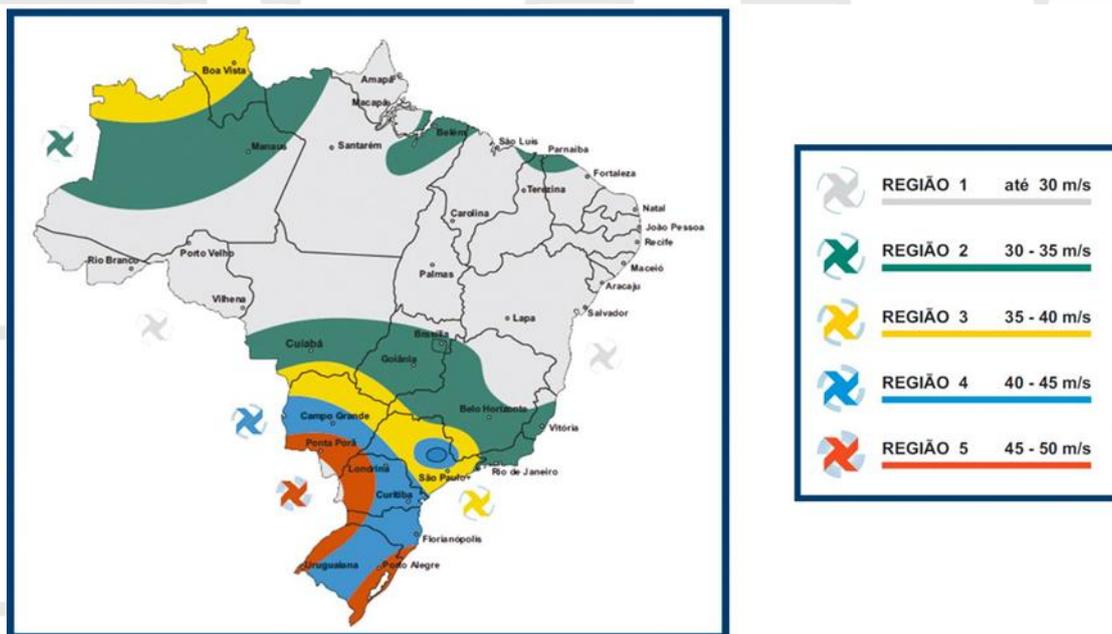


Figura 1 - Mapa brasileiro de Isopletas.

Com base no mapa, definiu-se as informações a seguir:

- a) Região 5;
- b) Velocidade básica( $V_0$ )= 50m/s;
- c) Fator topográfico( $S_1$ )=1,0(terreno plano ou fracamente acidentado);
- d) Fator estatístico( $S_3$ )= Grupo 1= 1,10;
- e) Fator de rugosidade( $S_2$ )= Categoria 3 e Classe B:  
Dados retirados da tabela 2 da NBR 6123/88 que relaciona categoria e classe:
  - 1)  $b = 0,94$ ;
  - 2)  $Fr = 0,98$ ;
  - 3)  $P = 0,10$ ;



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

Sendo assim, definimos fator de rugosidade por:

$$S2 = b \cdot Fr \cdot (z/10)^p$$

$$S2 = 0,94$$

Determinando assim, um valor de pressão dinâmica de  $166,2 \text{gf/m}^2$ .

8

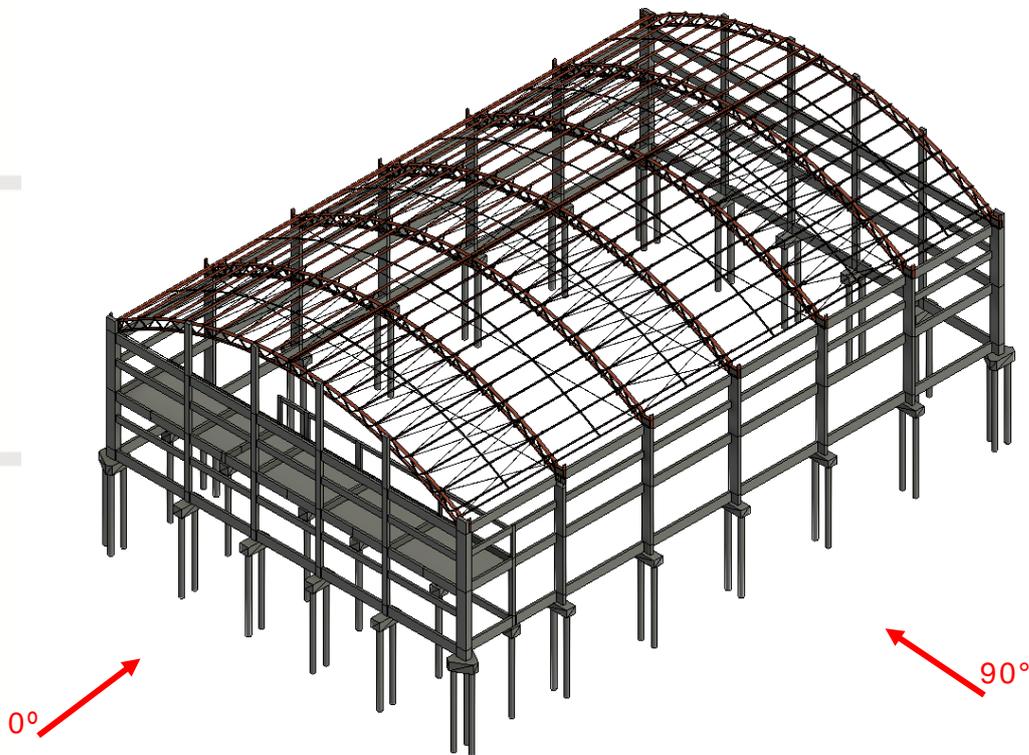


Figura 2 - Orientação das ações de vento na estrutura.

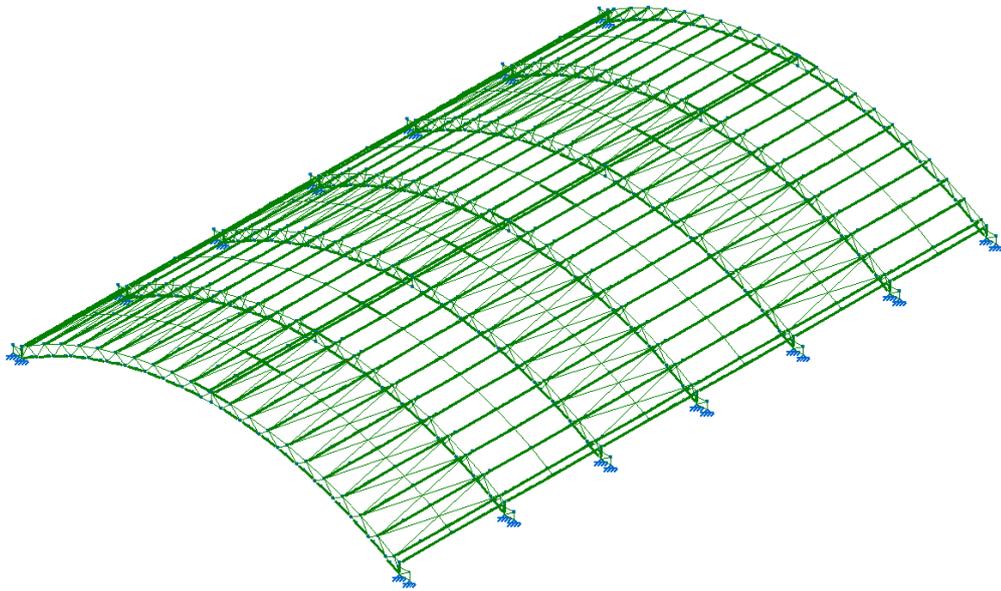
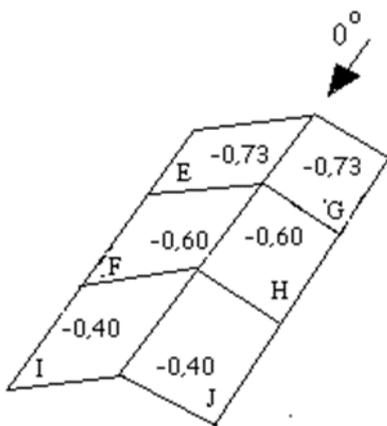


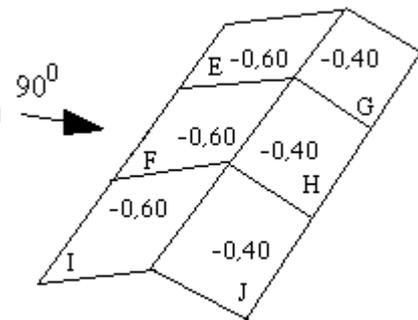
Figura 3 - Modelo de análise da cobertura.

### Coeficiente de pressão externa

Vento 0°



Vento 90°



**Cpe médio = -1,00**



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

Coeficiente de pressão interno

$$C_{pi\ 1} = 0,20$$

$$C_{pi\ 2} = -0,30$$

Velocidade Característica de Vento

$$V_k = V_o * S_1 * S_2 * S_3$$

$$V_k = 50,00 * 1,00 * 0,94 * 1,10$$

$$V_k = 51,51 \text{ m/s}$$

Pressão Dinâmica

$$q = 0,613 * V_k^2$$

$$q = 0,613 * 51,51^2$$

$$q = 1,63 \text{ kN/m}^2$$

Pressão Dinâmica

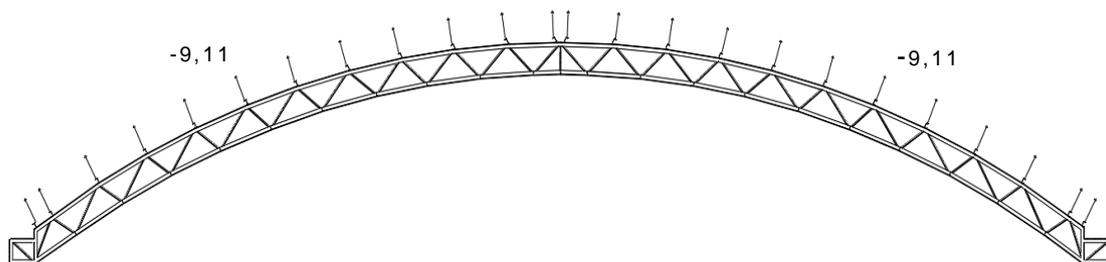
$$q = 0,613 * V_k^2$$

$$q = 0,613 * 51,51^2$$

$$q = 1,63 \text{ kN/m}^2$$

**Esforços Resultantes**

Vento 0° -  $C_{pi} = 0,20$

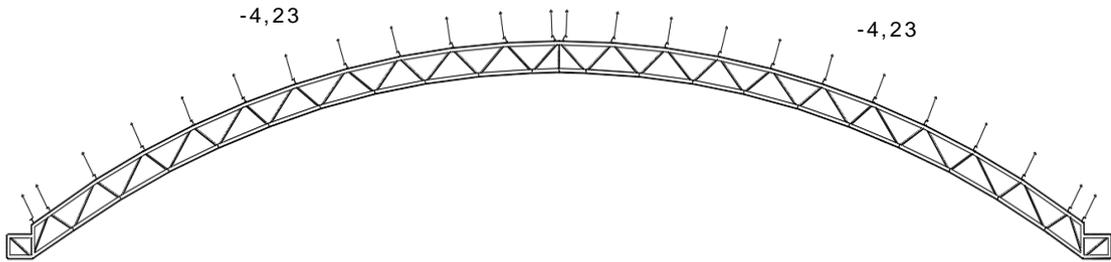


Unidade – kN/m



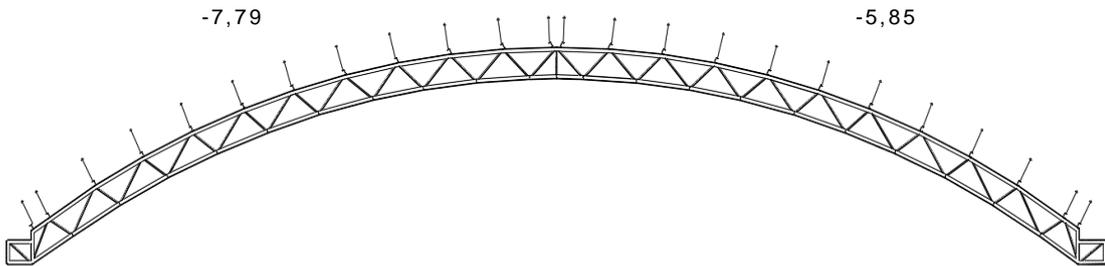
**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

Vento 0° - Cpi = -0,30



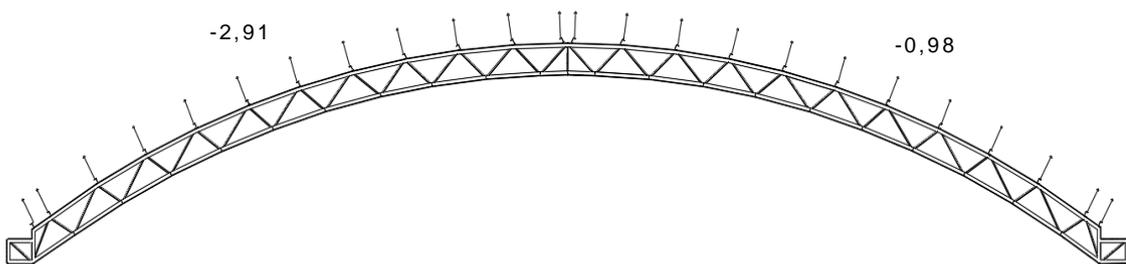
Unidade - kN/m

Vento 90° - Cpi = 0,20



Unidade - kN/m

Vento 90° - Cpi = -0,30



Unidade - kN/m

#### 11.4. METODOLOGIA DA ANÁLISE

Este item apresenta todas as considerações feitas no dimensionamento da Tesoura 1 (Cobertura Edmundo Kern). Para facilitar a apresentação da análise, definiu-se uma região que corresponde à tesoura central da cobertura. A região escolhida foi organizada através de intervalos de nós, que compreendem aos perfis da cobertura, seguindo a numeração indicada na figura a seguir:

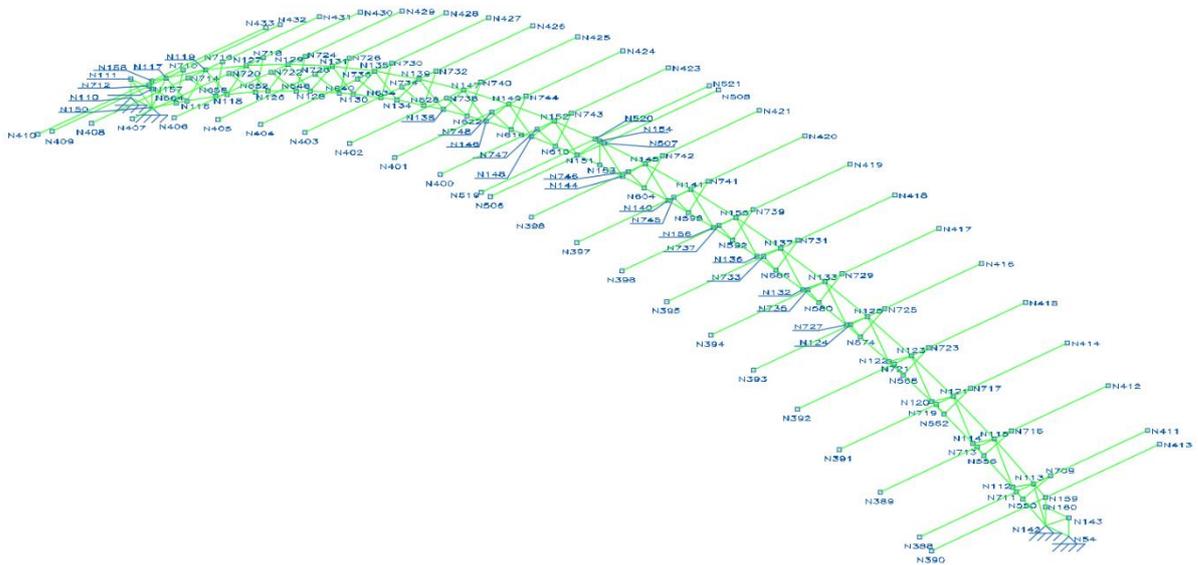


Figura 4 - Intervalos de nós utilizados para cálculo da região analisada.

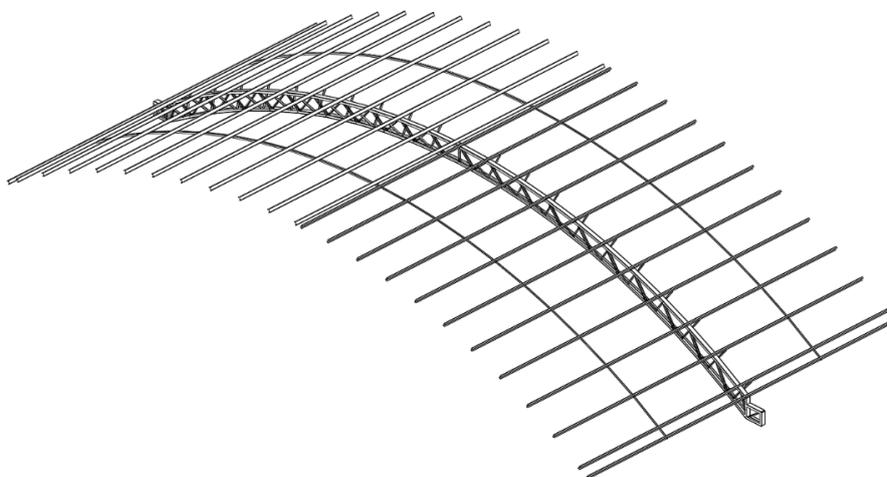


Figura 5 - Perspectiva 3D da região analisada.





## 11.5. CÁLCULOS REALIZADOS

### 11.5.1. Barras

#### 11.5.1.1. Materiais utilizados

Materiais utilizados							
Material		E	v	G	f <sub>y</sub>	α <sub>t</sub>	γ
Tipo	Designação	(kgf/cm <sup>2</sup> )		(kgf/cm <sup>2</sup> )	(kgf/cm <sup>2</sup> )	(m/m°C)	(t/m <sup>3</sup> )
Aço dobrado	A-36	2038736.0	0.300	784129.2	2548.4	0.000012	7.850

Notação:  
E: Módulo de elasticidade  
v: Módulo de poisson  
G: Módulo de corte  
f<sub>y</sub>: Limite elástico  
α<sub>t</sub>: Coeficiente de dilatação  
γ: Peso específico

#### 11.5.1.2. Características mecânicas

Características mecânicas									
Material		Ref.	Descrição	A	Av <sub>y</sub>	Av <sub>z</sub>	I <sub>yy</sub>	I <sub>zz</sub>	It
Tipo	Designação			(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>4</sup> )	(cm <sup>4</sup> )
Aço dobrado	A-36	1	U-150x75 #3.8, (U)	10.9 2	4.63	4.63	385.3 7	61.1 3	0.53
		2	L 25 x 25 x 2, Duplo U união genérica, (L) Distância entre os perfis: 25.0 / 25.0 mm Ligação à distância indicada: 100.0 mm	1.87	0.80	0.80	1.13	18.2 9	0.02
		3	U100X50X3.04, (U)	5.77	2.46	2.46	89.41	14.2 3	0.18
		4	L 50 x 50 x 3, (L)	2.85	1.21	1.21	7.03	7.03	0.09

Notação:  
Ref.: Referência  
A: Área da seção transversal  
Av<sub>y</sub>: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Y'  
Av<sub>z</sub>: Área de esforço cortante da seção segundo o eixo local 'Z'  
I<sub>yy</sub>: Inércia da seção em torno do eixo local 'Y'  
I<sub>zz</sub>: Inércia da seção em torno do eixo local 'Z'  
It: Inércia à torção  
As características mecânicas das peças correspondem à seção no ponto médio das mesmas.

## 11.6. CARGAS

### 11.6.1. Barras

Referências:

'P1', 'P2':

- Cargas pontuais, uniformes, em faixa e momentos pontuais: 'P1' é o valor da carga. 'P2' não se utiliza.
- Cargas trapezoidais: 'P1' é o valor da carga no ponto onde começa (L1) e 'P2' é o valor da carga no ponto onde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' é o valor máximo da carga. 'P2' não se utiliza.



- Incrementos de temperatura: 'P1' e 'P2' são os valores da temperatura nas faces exteriores ou paramentos da peça. A orientação da variação do incremento de temperatura sobre a seção transversal dependerá da direção selecionada.

'L1', 'L2':

- Cargas e momentos pontuais: 'L1' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde se aplica a carga. 'L2' não se utiliza.
- Cargas trapezoidais, em faixa, e triangulares: 'L1' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde começa a carga, 'L2' é a distância entre o nó inicial da barra e a posição onde termina a carga.

Unidades:

- Cargas concentradas: t
- Momentos pontuais: t.m.
- Cargas uniformes, em faixa, triangulares e trapezoidais: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N59/N60	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N61/N62	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N63/N64	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N65/N66	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N67/N68	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N69/N70	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N71/N72	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N73/N74	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N75/N76	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N77/N78	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N79/N80	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N81/N82	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N83/N84	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N85/N86	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N87/N88	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N89/N90	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N91/N92	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N93/N94	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N95/N96	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N97/N98	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N99/N60	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N100/N101	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N102/N103	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N61/N64	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N63/N70	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N65/N68	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N67/N76	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N69/N72	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N71/N74	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N73/N82	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N75/N78	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N77/N80	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N79/N84	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N81/N86	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N83/N88	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N85/N104	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N87/N96	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N105/N90	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N89/N94	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N91/N62	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N93/N103	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N95/N98	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N97/N101	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N99/N66	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N100/N103	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N99/N663	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N663/N65	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N91/N53	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N60/N106	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N99/N106	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N106/N107	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N107/N66	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N107/N66	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N107/N66	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N66/N68	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N66/N68	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N66/N68	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N68/N76	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N68/N76	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N68/N76	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N76/N78	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N76/N78	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N76/N78	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N78/N80	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N78/N80	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N78/N80	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N84/N88	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N84/N88	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N84/N88	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N88/N96	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N88/N96	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N88/N96	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N96/N98	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N96/N98	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N96/N98	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N98/N101	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N98/N101	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N98/N101	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N94/N505	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N94/N505	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N94/N505	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N505/N103	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N505/N103	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N505/N103	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N90/N94	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N90/N94	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N90/N94	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N104/N90	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N104/N90	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N104/N90	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N82/N86	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N82/N86	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N82/N86	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N72/N74	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N72/N74	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N72/N74	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N70/N72	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N70/N72	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N70/N72	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N64/N70	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N64/N70	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N64/N70	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N62/N64	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N62/N64	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N62/N64	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N108/N62	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N108/N62	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N108/N62	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N91/N109	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N109/N108	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N109/N92	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N53/N92	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N86/N104	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N86/N104	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N86/N104	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N105/N104	Peso próprio	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N80/N84	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N80/N84	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N80/N84	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N101/N518	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N101/N518	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N101/N518	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N518/N103	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N518/N103	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N518/N103	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N74/N82	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N74/N82	Vento - 0°	Uniforme	0.423	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N74/N82	Vento - 90°	Uniforme	0.291	-	-	-	Locais	0.000	-1.000	0.000
N65/N657	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N657/N67	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N67/N651	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N651/N75	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N75/N645	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N645/N77	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N77/N639	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N639/N79	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N79/N633	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N633/N83	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N83/N627	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N627/N87	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N87/N621	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N621/N95	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N95/N615	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N615/N97	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N100/N102	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N97/N609	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N609/N100	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N93/N102	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N89/N603	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N603/N93	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N105/N597	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N597/N89	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N85/N591	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N591/N105	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N81/N585	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N585/N85	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N73/N579	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N579/N81	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N71/N573	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N573/N73	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N69/N567	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N567/N71	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N63/N561	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N561/N69	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N61/N555	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N555/N63	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N91/N549	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N549/N61	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N59/N99	Peso próprio	Uniforme	0.009	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N108/N367	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N108/N367	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N108/N367	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N390/N108	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N390/N108	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N390/N108	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N388/N689	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N388/N689	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N388/N689	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N388/N689	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N388/N689	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N689/N62	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N689/N62	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N689/N62	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N689/N62	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N689/N62	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N62/N670	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N62/N670	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N62/N670	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N62/N670	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N62/N670	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N670/N365	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N670/N365	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N670/N365	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N670/N365	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N670/N365	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N389/N690	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N389/N690	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N389/N690	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N389/N690	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N389/N690	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N690/N64	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N690/N64	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N690/N64	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N690/N64	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N690/N64	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N64/N669	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N64/N669	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N64/N669	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N64/N669	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N64/N669	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N669/N366	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N669/N366	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N669/N366	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N669/N366	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N669/N366	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N391/N693	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N391/N693	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N391/N693	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N391/N693	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N391/N693	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N693/N70	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N693/N70	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N693/N70	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N693/N70	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N693/N70	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N70/N671	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N70/N671	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N70/N671	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N70/N671	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N70/N671	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N671/N368	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N671/N368	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N671/N368	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N671/N368	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N671/N368	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N392/N695	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N392/N695	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N392/N695	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N392/N695	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N392/N695	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N695/N72	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N695/N72	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N695/N72	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N695/N72	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N695/N72	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N72/N672	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N72/N672	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N72/N672	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N72/N672	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N72/N672	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N672/N369	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N672/N369	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N672/N369	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N672/N369	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N672/N369	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N393/N697	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N393/N697	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N393/N697	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N393/N697	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N393/N697	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N697/N74	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N697/N74	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N697/N74	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N697/N74	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N697/N74	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N74/N673	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N74/N673	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N74/N673	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N74/N673	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N74/N673	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N673/N370	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N673/N370	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N673/N370	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N673/N370	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N673/N370	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N394/N699	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N394/N699	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N394/N699	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N394/N699	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N394/N699	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N699/N82	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N699/N82	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N699/N82	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N699/N82	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000





Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N699/N82	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N82/N674	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N82/N674	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N82/N674	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N82/N674	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N82/N674	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N674/N371	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N674/N371	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N674/N371	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N674/N371	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N674/N371	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N395/N701	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N395/N701	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N395/N701	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N395/N701	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N395/N701	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N701/N86	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N701/N86	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N701/N86	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N701/N86	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N701/N86	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N86/N675	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N86/N675	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N86/N675	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N86/N675	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N86/N675	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N675/N372	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N675/N372	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N675/N372	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N675/N372	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N675/N372	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N396/N703	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N396/N703	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N396/N703	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N396/N703	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N396/N703	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N703/N104	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N703/N104	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N703/N104	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N703/N104	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N703/N104	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N104/N676	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N104/N676	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N104/N676	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N104/N676	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N104/N676	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N676/N373	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N676/N373	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N676/N373	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N676/N373	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N676/N373	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N397/N705	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N397/N705	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N397/N705	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N397/N705	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N397/N705	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N705/N90	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N705/N90	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N705/N90	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N705/N90	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N705/N90	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N90/N677	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N90/N677	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N90/N677	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N90/N677	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N90/N677	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N677/N374	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N677/N374	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N677/N374	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N677/N374	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N677/N374	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N398/N706	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N398/N706	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N398/N706	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N398/N706	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N398/N706	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N706/N94	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N706/N94	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N706/N94	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N706/N94	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N706/N94	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N94/N678	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N94/N678	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N94/N678	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N94/N678	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N94/N678	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N678/N375	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N678/N375	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N678/N375	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N678/N375	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N678/N375	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N101/N707	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N101/N707	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N101/N707	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N101/N707	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N101/N707	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N707/N400	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N707/N400	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N707/N400	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N707/N400	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N707/N400	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N377/N679	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N377/N679	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N377/N679	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N377/N679	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N377/N679	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N679/N101	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N679/N101	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N679/N101	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N679/N101	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N679/N101	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N98/N708	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N98/N708	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N98/N708	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N98/N708	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N98/N708	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N708/N401	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N708/N401	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N708/N401	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N708/N401	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N708/N401	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N378/N680	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N378/N680	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N378/N680	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N378/N680	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N378/N680	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N680/N98	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N680/N98	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N680/N98	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N680/N98	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N680/N98	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N96/N704	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N96/N704	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N96/N704	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N96/N704	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N96/N704	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N704/N402	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N704/N402	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N704/N402	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N704/N402	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N704/N402	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N379/N681	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N379/N681	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N379/N681	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N379/N681	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N379/N681	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N681/N96	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N681/N96	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N681/N96	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N681/N96	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N681/N96	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N88/N702	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N88/N702	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N88/N702	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N88/N702	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N88/N702	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N702/N403	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N702/N403	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N702/N403	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N702/N403	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N702/N403	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N380/N682	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N380/N682	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N380/N682	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N380/N682	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N380/N682	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N682/N88	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N682/N88	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N682/N88	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N682/N88	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N682/N88	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N84/N700	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N84/N700	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N84/N700	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N84/N700	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N84/N700	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N700/N404	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N700/N404	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N700/N404	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N700/N404	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N700/N404	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N381/N683	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N381/N683	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N381/N683	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N381/N683	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N381/N683	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N683/N84	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N683/N84	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N683/N84	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N683/N84	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N683/N84	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N80/N698	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N80/N698	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N80/N698	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N80/N698	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N80/N698	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N698/N405	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N698/N405	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N698/N405	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N698/N405	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N698/N405	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N382/N684	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N382/N684	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N382/N684	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N382/N684	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N382/N684	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N684/N80	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N684/N80	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N684/N80	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N684/N80	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N684/N80	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N78/N696	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N78/N696	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N78/N696	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N78/N696	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N78/N696	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N696/N406	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N696/N406	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N696/N406	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N696/N406	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N696/N406	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N383/N685	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N383/N685	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N383/N685	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N383/N685	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N383/N685	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N685/N78	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N685/N78	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N685/N78	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N685/N78	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N685/N78	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N76/N694	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N76/N694	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N76/N694	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N76/N694	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N76/N694	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N694/N407	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N694/N407	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N694/N407	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N694/N407	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N694/N407	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N384/N686	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N384/N686	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N384/N686	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N384/N686	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N384/N686	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N686/N76	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N686/N76	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N686/N76	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N686/N76	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N686/N76	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N68/N691	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N68/N691	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N68/N691	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N68/N691	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N68/N691	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N691/N408	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N691/N408	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N691/N408	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N691/N408	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N691/N408	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N385/N687	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N385/N687	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N385/N687	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N385/N687	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N385/N687	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N687/N68	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N687/N68	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N687/N68	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N687/N68	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N687/N68	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N66/N692	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N66/N692	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N66/N692	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N66/N692	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N66/N692	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N692/N409	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N692/N409	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N692/N409	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N692/N409	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N692/N409	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N386/N688	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N386/N688	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N386/N688	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N386/N688	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N386/N688	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N688/N66	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N688/N66	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.004	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N688/N66	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N688/N66	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.015	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N688/N66	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N107/N410	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N107/N410	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N107/N410	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N387/N107	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N387/N107	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N387/N107	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N373/N374	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N505/N504	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N505/N504	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N505/N504	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000



Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N505/N504	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N505/N504	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N506/N505	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N506/N505	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N506/N505	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N506/N505	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N506/N505	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N517/N518	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N517/N518	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N517/N518	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N517/N518	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N517/N518	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N518/N519	Peso próprio	Uniforme	0.005	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N518/N519	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.001	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N518/N519	CP 1 - TELHA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N518/N519	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.003	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N518/N519	SCU 1 - NORMA	Uniforme	0.013	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N555/N669	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N549/N670	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N561/N671	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N567/N672	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N573/N673	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N579/N674	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N585/N675	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N591/N676	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N597/N677	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N603/N678	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N609/N679	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N615/N680	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N663/N688	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N657/N687	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N651/N686	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N645/N685	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N639/N684	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N633/N683	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N627/N682	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N621/N681	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N549/N689	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N555/N690	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N657/N691	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N663/N692	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N561/N693	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N651/N694	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000





Cargas em barras										
Barra	Hipótese	Tipo	Valores		Posição		Direção			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Eixos	X	Y	Z
N567/N695	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N645/N696	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N573/N697	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N639/N698	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N579/N699	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N633/N700	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N585/N701	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N627/N702	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N591/N703	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N621/N704	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N597/N705	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N603/N706	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N609/N707	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000
N615/N708	Peso próprio	Uniforme	0.002	-	-	-	Globais	0.000	0.000	-1.000

## 11.7. RESULTADOS

### 11.7.1. Barras

#### 11.6.1.1. Resistência

Referências:

N: Esforço axial (t)

Vy: Esforço cortante segundo o eixo local Y da barra. (t)

Vz: Esforço cortante segundo o eixo local Z da barra. (t)

Mt: Momento torsor (t·m)

My: Momento fletor no plano 'XZ' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Y' da barra). (t·m)

Mz: Momento fletor no plano 'XY' (rotação da seção em relação ao eixo local 'Z' da barra). (t·m)

Os esforços indicados são os correspondentes à combinação desfavorável, ou seja, aquela que solicita a máxima resistência da seção.

Origem dos esforços:

- G: Verticais
- GV: Verticais + vento
- GSis: Verticais + sismo
- GVSis: Verticais + vento + sismo

$\eta$ : Aproveitamento da resistência. A barra cumpre as condições de resistência da Norma se cumprir que  $\eta \leq 100 \%$ .



Verificação de resistência										
Barra	η (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N59/N60	22.66	0.427	0.889	0.206	-0.001	0.000	0.000	-0.050	GV	Passa
N61/N62	16.38	0.627	-0.400	-0.002	0.006	0.000	-0.002	0.002	GV	Passa
N63/N64	19.29	0.656	0.545	-0.010	0.003	0.000	-0.001	0.009	G	Passa
N65/N66	31.98	0.627	-0.848	0.001	0.008	0.000	-0.003	-0.002	GV	Passa
N67/N68	17.71	0.660	0.547	0.006	0.003	0.000	-0.001	-0.007	G	Passa
N69/N70	20.81	0.671	0.672	-0.009	0.003	0.000	-0.001	0.007	G	Passa
N71/N72	21.01	0.705	0.759	-0.006	0.003	0.000	-0.001	0.005	G	Passa
N73/N74	20.46	0.693	0.772	-0.005	0.003	0.000	-0.001	0.004	G	Passa
N75/N76	19.79	0.671	0.674	0.008	0.003	0.000	-0.001	-0.006	G	Passa
N77/N78	20.80	0.694	0.761	0.006	0.003	0.000	-0.001	-0.004	G	Passa
N79/N80	20.21	0.693	0.766	0.005	0.003	0.000	-0.001	-0.003	G	Passa
N81/N82	18.70	0.721	0.719	-0.005	0.003	0.000	-0.001	0.003	G	Passa
N83/N84	18.88	0.721	0.721	0.006	0.002	0.000	-0.001	-0.003	GV	Passa
N85/N86	17.80	0.767	0.706	-0.004	0.002	0.000	-0.001	0.002	G	Passa
N87/N88	17.60	0.778	0.686	0.005	0.002	0.000	-0.001	-0.002	G	Passa
N89/N90	16.77	0.000	0.675	-0.003	0.000	0.000	0.000	-0.002	GV	Passa
N91/N92	52.89	0.000	-1.276	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Passa
N93/N94	13.70	0.000	0.585	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Passa
N95/N96	17.31	0.000	0.695	0.004	0.000	0.000	0.000	0.002	GV	Passa
N97/N98	17.36	0.000	0.689	0.003	0.000	0.000	0.000	0.002	GV	Passa
N99/N60	41.91	0.000	-1.072	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Passa
N100/N101	14.72	0.000	0.628	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.000	GV	Passa
N102/N103	10.19	0.550	-0.271	-0.004	0.000	0.000	0.000	0.001	G	Passa
N61/N64	45.88	0.000	1.944	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	GV	Passa
N63/N70	41.17	0.000	1.731	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.002	GV	Passa
N65/N68	44.73	1.034	1.894	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.001	GV	Passa
N67/N76	39.07	0.000	1.637	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.002	GV	Passa
N69/N72	39.98	0.000	1.693	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.001	GV	Passa
N71/N74	31.60	0.000	1.346	0.001	-0.001	0.000	0.000	0.001	GV	Passa
N73/N82	24.51	0.000	1.047	0.000	-0.002	0.000	-0.001	0.000	GV	Passa
N75/N78	37.87	0.000	1.598	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	GV	Passa
N77/N80	30.05	0.000	1.276	-0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.001	GV	Passa
N79/N84	22.87	0.000	0.973	-0.001	-0.002	0.000	-0.001	-0.001	GV	Passa
N81/N86	24.40	0.000	1.043	0.000	-0.002	0.000	-0.001	0.000	GV	Passa
N83/N88	23.10	0.000	0.946	-0.002	-0.001	0.000	-0.001	-0.002	GV	Passa
N85/N104	21.57	0.000	0.895	0.002	-0.001	0.000	-0.001	0.001	GV	Passa
N87/N96	20.37	0.000	0.843	-0.002	-0.001	0.000	-0.001	-0.001	GV	Passa
N105/N90	19.28	0.000	0.809	0.002	-0.001	0.000	-0.001	0.001	GV	Passa
N89/N94	17.07	0.848	0.719	0.001	0.000	0.000	0.000	-0.001	GV	Passa
N91/N62	36.89	0.890	1.565	-0.001	-0.004	0.000	0.003	0.001	GV	Passa
N93/N103	6.15	0.825	0.261	0.000	-0.002	0.000	0.001	0.000	GV	Passa
N95/N98	18.16	0.871	0.756	-0.002	0.000	0.000	0.000	0.001	GV	Passa



Verificação de resistência										
Barra	$\eta$ (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N97/N101	15.99	0.848	0.670	-0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	GV	Passa
N99/N66	54.03	0.912	2.298	0.001	-0.004	0.000	0.002	-0.001	GV	Passa
N100/N103	5.02	0.000	0.213	0.000	-0.002	0.000	-0.001	0.000	GV	Passa
N99/N663	68.18	0.000	14.889	0.005	-0.028	0.000	-0.025	0.018	GV	Passa
N663/N65	66.14	0.000	14.889	0.069	-0.014	0.000	-0.008	0.017	GV	Passa
N91/N53	20.87	0.000	0.000	-0.119	-0.123	0.000	-0.075	-0.035	GV	Passa
N60/N106	35.68	0.553	1.055	-0.240	0.001	0.000	0.000	0.082	GV	Passa
N99/N106	21.33	0.000	0.823	0.101	-0.010	0.000	-0.012	0.044	GV	Passa
N106/N107	55.21	0.184	1.069	1.156	-0.010	0.000	-0.006	-0.131	GV	Passa
N107/N66	57.32	0.000	1.543	-0.370	0.006	0.000	0.005	-0.132	GV	Passa
N66/N68	69.83	1.200	3.878	0.654	0.008	0.000	-0.006	-0.140	GV	Passa
N68/N76	75.34	0.000	5.516	-0.612	0.002	0.000	-0.003	-0.138	GV	Passa
N76/N78	76.46	1.203	6.917	0.602	0.003	0.000	-0.006	-0.126	GV	Passa
N78/N80	81.07	0.000	8.272	-0.616	0.002	0.000	-0.003	-0.125	GV	Passa
N84/N88	85.30	1.199	9.934	0.599	0.002	0.000	-0.006	-0.118	GV	Passa
N88/N96	87.40	0.000	10.581	-0.598	0.001	0.000	-0.005	-0.117	GV	Passa
N96/N98	88.20	1.200	11.007	0.596	0.001	0.000	-0.006	-0.115	GV	Passa
N98/N101	89.25	0.000	11.265	-0.598	0.000	0.000	-0.005	-0.115	GV	Passa
N94/N505	88.11	0.000	11.294	-0.589	0.000	0.000	0.006	-0.112	GV	Passa
N505/N103	87.76	0.120	11.279	0.529	0.004	0.000	0.005	-0.111	GV	Passa
N90/N94	88.84	0.000	11.133	-0.598	0.000	0.000	0.005	-0.115	GV	Passa
N104/N90	87.41	1.200	10.788	0.596	-0.001	0.000	0.006	-0.115	GV	Passa
N82/N86	83.90	1.199	9.543	0.598	-0.003	0.000	0.007	-0.118	GV	Passa
N72/N74	79.42	0.000	7.738	-0.617	-0.004	0.000	0.002	-0.126	GV	Passa
N70/N72	74.38	1.203	6.277	0.601	-0.005	0.000	0.007	-0.127	GV	Passa
N64/N70	72.13	0.000	4.789	-0.610	-0.005	0.000	0.001	-0.138	GV	Passa
N62/N64	66.34	1.200	3.106	0.640	-0.009	0.000	0.006	-0.139	GV	Passa
N108/N62	58.68	0.000	1.663	-0.325	-0.008	0.000	-0.004	-0.134	GV	Passa
N91/N109	17.73	0.427	0.800	-0.026	0.007	0.000	0.009	0.035	GV	Passa
N109/N108	61.92	0.000	1.090	1.283	0.007	0.000	0.009	0.147	GV	Passa
N109/N92	48.22	0.000	1.309	0.289	-0.001	0.000	0.000	0.111	GV	Passa
N53/N92	28.54	0.427	1.014	0.263	0.001	0.000	0.000	-0.064	GV	Passa
N86/N104	86.27	0.000	10.273	-0.598	-0.002	0.000	0.004	-0.118	GV	Passa
N105/N104	16.93	0.761	0.685	-0.004	0.001	0.000	0.000	0.002	GV	Passa
N80/N84	81.79	0.000	9.272	-0.583	0.003	0.000	-0.003	-0.116	GV	Passa
N101/N518	88.26	0.000	11.338	-0.589	-0.001	0.000	-0.006	-0.111	GV	Passa
N518/N103	87.96	0.120	11.324	0.530	0.005	0.000	-0.005	-0.111	GV	Passa
N74/N82	80.17	0.000	8.803	-0.583	-0.004	0.000	0.003	-0.117	GV	Passa
N65/N657	64.91	0.866	-6.738	-0.149	-0.071	0.000	0.038	0.069	G	Passa
N657/N67	70.57	0.341	-6.685	0.433	-0.014	0.000	0.039	-0.089	G	Passa
N67/N651	68.75	0.832	-6.123	-0.203	-0.025	0.000	0.051	0.085	G	Passa
N651/N75	71.59	0.361	-6.070	0.478	0.007	0.000	0.045	-0.098	G	Passa



Verificação de resistência										
Barra	$\eta$ (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N75/N645	68.47	0.000	-5.395	-0.242	-0.005	0.000	0.039	-0.097	G	Passa
N645/N77	67.06	0.394	-5.347	0.470	0.008	0.000	0.038	-0.097	G	Passa
N77/N639	64.34	0.811	-4.673	-0.233	-0.001	0.000	0.036	0.096	G	Passa
N639/N79	64.66	0.389	-4.636	0.497	0.005	0.000	0.032	-0.101	G	Passa
N79/N633	62.24	0.756	-4.096	-0.261	-0.003	0.000	0.032	0.100	G	Passa
N633/N83	62.74	0.443	-4.066	0.455	0.002	0.000	0.030	-0.104	G	Passa
N83/N627	60.49	0.721	-3.550	-0.281	-0.007	0.000	0.033	0.102	G	Passa
N627/N87	60.00	0.532	5.618	0.335	-0.001	0.000	0.025	-0.092	GV	Passa
N87/N621	59.18	0.638	-3.088	-0.318	-0.008	0.000	0.036	0.104	G	Passa
N621/N95	59.07	0.000	-3.074	0.397	0.005	0.000	0.035	0.105	G	Passa
N95/N615	57.83	0.000	5.183	-0.265	-0.002	0.000	0.026	-0.091	GV	Passa
N615/N97	57.79	0.538	5.188	0.331	0.011	0.000	0.021	-0.092	GV	Passa
N100/N102	47.22	0.000	5.427	-0.170	0.002	0.000	0.016	-0.063	GV	Passa
N97/N609	57.60	0.000	5.137	-0.270	0.008	0.000	0.022	-0.091	GV	Passa
N609/N100	52.67	0.000	5.138	0.250	0.003	0.000	0.017	0.080	GV	Passa
N93/N102	47.09	0.000	5.428	-0.169	-0.001	0.000	-0.015	-0.063	GV	Passa
N89/N603	57.55	0.000	5.203	-0.269	-0.007	0.000	-0.021	-0.091	GV	Passa
N603/N93	52.79	0.000	5.204	0.249	-0.002	0.000	-0.016	0.079	GV	Passa
N105/N597	58.22	0.000	5.314	-0.265	0.002	0.000	-0.025	-0.090	GV	Passa
N597/N89	58.03	0.538	5.320	0.330	-0.011	0.000	-0.020	-0.091	GV	Passa
N85/N591	59.65	0.653	-3.202	-0.311	0.008	0.000	-0.035	0.104	G	Passa
N591/N105	59.33	0.508	5.558	0.347	-0.003	0.000	-0.025	-0.091	GV	Passa
N81/N585	61.61	0.721	-3.704	-0.283	0.008	0.000	-0.033	0.103	G	Passa
N585/N85	60.50	0.517	5.882	0.339	0.001	0.000	-0.024	-0.091	GV	Passa
N73/N579	63.59	0.756	-4.287	-0.263	0.005	0.000	-0.032	0.101	G	Passa
N579/N81	63.53	0.443	-4.252	0.450	0.001	0.000	-0.028	-0.104	G	Passa
N71/N573	66.26	0.793	-4.901	-0.241	0.004	0.000	-0.036	0.098	G	Passa
N573/N73	65.69	0.389	-4.856	0.490	-0.003	0.000	-0.030	-0.102	G	Passa
N69/N567	70.60	0.806	-5.658	-0.240	0.010	0.000	-0.045	0.097	G	Passa
N567/N71	68.30	0.412	-5.605	0.440	-0.005	0.000	-0.036	-0.097	G	Passa
N63/N561	72.05	0.839	-6.431	-0.209	0.032	0.000	-0.055	0.088	G	Passa
N561/N69	73.71	0.361	-6.364	0.470	-0.004	0.000	-0.043	-0.100	G	Passa
N61/N555	69.07	0.866	-7.088	-0.161	0.081	0.000	-0.043	0.074	G	Passa
N555/N63	72.90	0.334	-7.017	0.432	0.018	0.000	-0.036	-0.092	G	Passa
N91/N549	70.74	0.703	15.448	-0.057	0.026	0.000	0.005	0.024	GV	Passa
N549/N61	70.24	0.000	15.458	0.043	0.012	0.000	0.007	0.022	GV	Passa
N59/N99	16.48	0.553	0.000	0.092	0.146	0.000	-0.081	-0.022	GV	Passa
N108/N367	61.82	0.000	0.122	0.033	-0.051	0.000	-0.062	0.041	G	Passa
N390/N108	27.89	3.000	0.021	-0.016	0.043	0.000	-0.049	0.014	G	Passa
N388/N689	29.88	2.550	0.001	-0.027	0.086	0.000	-0.072	0.010	G	Passa
N689/N62	34.00	0.450	0.137	-0.030	-0.013	0.000	-0.040	0.021	G	Passa
N62/N670	56.48	0.450	0.111	0.012	0.096	0.000	-0.077	0.033	G	Passa



Verificação de resistência										
Barra	$\eta$ (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N670/N365	65.67	0.000	-0.075	0.048	-0.104	0.000	-0.095	0.035	G	Passa
N389/N690	54.12	2.550	-0.052	-0.039	0.145	0.000	-0.140	0.015	G	Passa
N690/N64	41.28	0.450	0.198	-0.031	-0.064	0.000	-0.062	0.022	G	Passa
N64/N669	74.98	0.450	0.137	0.004	0.176	0.000	-0.135	0.036	G	Passa
N669/N366	92.74	0.000	-0.176	0.061	-0.176	0.000	-0.164	0.040	G	Passa
N391/N693	65.12	2.550	-0.027	-0.042	0.157	0.000	-0.168	0.019	G	Passa
N693/N70	45.15	0.000	0.275	-0.001	-0.129	0.000	-0.117	0.012	G	Passa
N70/N671	77.05	0.450	0.230	-0.012	0.190	0.000	-0.142	0.035	G	Passa
N671/N368	93.98	0.000	-0.109	0.061	-0.189	0.000	-0.174	0.041	G	Passa
N392/N695	72.07	2.550	-0.010	-0.044	0.162	0.000	-0.181	0.023	G	Passa
N695/N72	48.70	0.000	0.303	0.014	-0.134	0.000	-0.127	0.012	G	Passa
N72/N672	76.21	0.450	0.224	-0.024	0.167	0.000	-0.143	0.035	G	Passa
N672/N369	94.76	0.000	-0.102	0.062	-0.195	0.000	-0.175	0.042	G	Passa
N393/N697	77.96	2.550	-0.001	-0.046	0.165	0.000	-0.190	0.027	G	Passa
N697/N74	52.35	0.000	0.333	0.031	-0.159	0.000	-0.136	0.014	G	Passa
N74/N673	76.22	0.450	0.247	-0.039	0.180	0.000	-0.146	0.034	G	Passa
N673/N370	95.99	0.000	-0.094	0.061	-0.199	0.000	-0.179	0.042	G	Passa
N394/N699	81.75	2.550	0.001	-0.047	0.168	0.000	-0.193	0.029	G	Passa
N699/N82	54.28	0.000	0.333	0.041	-0.147	0.000	-0.141	0.014	G	Passa
N82/N674	75.10	0.450	0.230	-0.048	0.159	0.000	-0.149	0.032	G	Passa
N674/N371	97.09	0.000	-0.106	0.061	-0.202	0.000	-0.182	0.042	G	Passa
N395/N701	85.78	2.550	0.000	-0.049	0.172	0.000	-0.197	0.032	G	Passa
N701/N86	56.75	0.000	0.318	0.050	-0.122	0.000	-0.147	0.015	G	Passa
N86/N675	74.27	0.450	0.209	-0.058	0.127	0.000	-0.153	0.030	G	Passa
N675/N372	99.12	0.000	-0.114	0.061	-0.208	0.000	-0.187	0.043	G	Passa
N396/N703	70.08	2.550	0.000	-0.038	0.139	0.000	-0.159	0.027	GV	Passa
N703/N104	60.91	0.000	0.327	0.069	-0.130	0.000	-0.154	0.017	G	Passa
N104/N676	75.36	0.450	0.213	-0.078	0.132	0.000	-0.161	0.030	G	Passa
N397/N705	93.59	2.550	-0.014	-0.051	0.181	0.000	-0.204	0.037	GV	Passa
N705/N90	63.21	0.000	0.311	0.083	-0.121	0.000	-0.161	0.018	GV	Passa
N90/N677	74.61	0.450	0.195	-0.092	0.120	0.000	-0.167	0.027	GV	Passa
N398/N706	91.01	2.550	-0.031	-0.050	0.172	0.000	-0.191	0.037	GV	Passa
N706/N94	62.00	0.000	0.258	0.083	-0.091	0.000	-0.155	0.019	GV	Passa
N94/N678	64.92	0.450	0.127	-0.079	0.063	0.000	-0.150	0.023	GV	Passa
N678/N375	95.79	0.000	-0.155	0.056	-0.203	0.000	-0.181	0.040	GV	Passa
N101/N707	66.25	0.450	0.261	-0.088	0.104	0.000	-0.159	0.021	GV	Passa
N707/N400	91.27	0.000	-0.029	0.051	-0.171	0.000	-0.190	0.038	GV	Passa
N377/N679	96.51	2.820	-0.169	-0.056	0.203	0.000	-0.182	0.040	GV	Passa
N679/N101	61.01	0.000	0.114	0.074	-0.052	0.000	-0.145	0.021	GV	Passa
N98/N708	70.14	0.450	0.309	-0.092	0.143	0.000	-0.170	0.022	GV	Passa
N708/N401	93.53	0.000	-0.016	0.052	-0.181	0.000	-0.204	0.037	GV	Passa
N680/N98	67.84	0.000	0.195	0.083	-0.099	0.000	-0.157	0.024	GV	Passa



Verificação de resistência										
Barra	$\eta$ (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N96/N704	69.70	0.450	0.331	-0.081	0.162	0.000	-0.168	0.022	G	Passa
N704/N402	90.87	0.000	-0.002	0.051	-0.176	0.000	-0.201	0.036	G	Passa
N681/N96	66.87	0.000	0.219	0.067	-0.106	0.000	-0.147	0.025	G	Passa
N88/N702	66.44	0.450	0.320	-0.061	0.155	0.000	-0.163	0.020	G	Passa
N702/N403	85.35	0.000	0.002	0.049	-0.172	0.000	-0.196	0.032	G	Passa
N380/N682	99.44	2.820	-0.115	-0.061	0.208	0.000	-0.186	0.043	G	Passa
N682/N88	64.07	0.000	0.210	0.042	-0.087	0.000	-0.135	0.025	G	Passa
N84/N700	65.10	0.450	0.337	-0.053	0.194	0.000	-0.161	0.019	G	Passa
N700/N404	81.58	0.000	0.001	0.047	-0.168	0.000	-0.194	0.029	G	Passa
N381/N683	97.54	2.820	-0.106	-0.060	0.203	0.000	-0.182	0.043	G	Passa
N683/N84	64.23	0.000	0.234	0.032	-0.117	0.000	-0.128	0.027	G	Passa
N80/N698	63.12	0.450	0.337	-0.041	0.208	0.000	-0.157	0.018	G	Passa
N698/N405	77.80	0.000	-0.001	0.046	-0.165	0.000	-0.190	0.026	G	Passa
N382/N684	95.98	2.820	-0.096	-0.061	0.199	0.000	-0.179	0.042	G	Passa
N684/N80	65.04	0.000	0.249	0.021	-0.130	0.000	-0.123	0.029	G	Passa
N78/N696	59.30	0.450	0.314	-0.024	0.194	0.000	-0.150	0.017	G	Passa
N696/N406	72.43	0.000	-0.009	0.045	-0.162	0.000	-0.182	0.023	G	Passa
N383/N685	94.61	2.820	-0.103	-0.061	0.195	0.000	-0.175	0.042	G	Passa
N685/N78	65.62	0.000	0.233	0.006	-0.124	0.000	-0.119	0.030	G	Passa
N76/N694	54.34	0.450	0.280	-0.005	0.184	0.000	-0.139	0.015	G	Passa
N694/N407	65.81	0.000	-0.029	0.043	-0.157	0.000	-0.169	0.020	G	Passa
N384/N686	92.69	2.820	-0.106	-0.060	0.189	0.000	-0.173	0.040	G	Passa
N686/N76	67.17	0.000	0.235	-0.008	-0.138	0.000	-0.118	0.032	G	Passa
N68/N691	45.52	0.450	0.204	0.015	0.133	0.000	-0.116	0.013	G	Passa
N691/N408	55.07	0.000	-0.051	0.040	-0.145	0.000	-0.141	0.016	G	Passa
N385/N687	91.28	2.820	-0.178	-0.060	0.177	0.000	-0.165	0.038	G	Passa
N687/N68	69.22	0.450	0.134	-0.038	-0.099	0.000	-0.064	0.047	G	Passa
N66/N692	31.90	0.000	0.152	0.025	0.051	0.000	-0.036	0.020	G	Passa
N692/N409	33.65	0.000	-0.006	0.030	-0.093	0.000	-0.079	0.012	G	Passa
N386/N688	68.44	2.820	-0.096	-0.049	0.111	0.000	-0.103	0.035	G	Passa
N688/N66	59.35	0.450	0.118	-0.034	-0.068	0.000	-0.035	0.045	G	Passa
N107/N410	29.61	0.000	0.021	0.018	-0.046	0.000	-0.051	0.015	G	Passa
N387/N107	64.29	3.270	0.137	-0.035	0.054	0.000	-0.064	0.043	G	Passa
N373/N374	7.20	1.200	0.475	0.006	-0.007	0.000	0.006	-0.006	GV	Passa
N506/N505	78.80	3.000	0.019	-0.034	0.129	0.000	-0.186	0.028	GV	Passa
N518/N519	80.64	0.000	0.021	0.035	-0.130	0.000	-0.190	0.029	GV	Passa
N555/N669	73.89	0.000	-0.473	0.054	-0.016	0.000	-0.011	0.023	G	Passa
N549/N670	57.87	0.000	-0.274	0.041	-0.018	0.000	-0.012	0.020	G	Passa
N561/N671	70.85	0.000	-0.512	0.051	-0.007	0.000	-0.006	0.021	G	Passa
N567/N672	63.31	0.000	-0.495	0.044	0.003	0.000	-0.002	0.017	G	Passa
N573/N673	61.42	0.729	-0.518	0.037	0.011	0.000	-0.005	-0.014	G	Passa
N579/N674	58.91	0.726	-0.504	0.032	0.018	0.000	-0.008	-0.013	G	Passa



Verificação de resistência										
Barra	$\eta$ (%)	Posição (m)	Esforços desfavoráveis						Origem	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N585/N675	55.77	0.724	-0.479	0.025	0.026	0.000	-0.011	-0.011	G	Passa
N591/N676	58.69	0.723	-0.504	0.018	0.030	0.000	-0.012	-0.009	G	Passa
N597/N677	63.06	0.724	-0.481	0.010	0.035	0.000	-0.015	-0.006	G	Passa
N603/N678	64.10	0.724	-0.377	0.005	0.038	0.000	-0.017	-0.003	G	Passa
N609/N679	73.91	0.724	-0.368	-0.005	0.046	0.000	-0.022	0.004	G	Passa
N615/N680	81.92	0.724	-0.465	-0.013	0.050	0.000	-0.025	0.008	G	Passa
N663/N688	56.04	0.700	-0.287	-0.043	0.013	0.000	-0.010	0.019	G	Passa
N657/N687	86.11	0.723	-0.429	-0.060	0.023	0.000	-0.017	0.029	G	Passa
N651/N686	84.43	0.723	-0.471	-0.059	0.032	0.000	-0.021	0.030	G	Passa
N645/N685	73.65	0.728	-0.468	-0.052	0.041	0.000	-0.024	0.027	GV	Passa
N639/N684	68.53	0.729	-0.479	-0.047	0.045	0.000	-0.026	0.025	G	Passa
N633/N683	75.67	0.726	-0.472	-0.040	0.049	0.000	-0.027	0.021	G	Passa
N627/N682	82.81	0.724	-0.446	-0.031	0.053	0.000	-0.028	0.016	G	Passa
N621/N681	81.73	0.723	-0.485	-0.022	0.051	0.000	-0.026	0.012	G	Passa
N549/N689	43.42	0.707	-0.185	0.028	-0.015	0.000	0.008	-0.015	GV	Passa
N555/N690	73.59	0.723	-0.338	0.047	-0.027	0.000	0.016	-0.026	G	Passa
N657/N691	54.55	0.723	-0.377	-0.032	-0.006	0.000	0.000	0.015	G	Passa
N663/N692	5.12	0.000	-0.226	-0.022	-0.003	0.000	-0.002	-0.006	G	Passa
N561/N693	78.29	0.723	-0.414	0.050	-0.033	0.000	0.020	-0.028	G	Passa
N651/N694	61.71	0.723	-0.462	-0.034	-0.009	0.000	0.001	0.016	G	Passa
N567/N695	70.64	0.728	-0.430	0.045	-0.041	0.000	0.024	-0.026	GV	Passa
N645/N696	62.53	0.728	-0.484	-0.032	-0.014	0.000	0.003	0.015	G	Passa
N573/N697	65.65	0.729	-0.469	0.041	-0.043	0.000	0.025	-0.024	G	Passa
N639/N698	61.90	0.729	-0.510	-0.028	-0.018	0.000	0.005	0.015	G	Passa
N579/N699	72.90	0.726	-0.462	0.035	-0.047	0.000	0.026	-0.021	G	Passa
N633/N700	59.34	0.726	-0.502	-0.025	-0.023	0.000	0.007	0.013	G	Passa
N585/N701	79.36	0.724	-0.441	0.027	-0.050	0.000	0.027	-0.016	G	Passa
N627/N702	54.59	0.724	-0.468	-0.019	-0.030	0.000	0.010	0.011	G	Passa
N591/N703	78.86	0.723	-0.461	0.019	-0.049	0.000	0.025	-0.012	G	Passa
N621/N704	56.19	0.723	-0.491	-0.014	-0.032	0.000	0.012	0.009	G	Passa
N597/N705	78.72	0.724	-0.440	0.011	-0.049	0.000	0.024	-0.008	G	Passa
N603/N706	73.34	0.724	-0.378	0.004	-0.045	0.000	0.022	-0.004	G	Passa
N609/N707	63.64	0.724	-0.388	-0.004	-0.038	0.000	0.016	0.003	G	Passa
N615/N708	60.86	0.724	-0.457	-0.009	-0.035	0.000	0.014	0.006	G	Passa

### 11.6.1.2. Verificações E.L.U. (Completo)

Nota: Mostra-se o relatório completo de verificações realizadas para as 10 barras com maior coeficiente de aproveitamento.

Barra N505/N504

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N505	N504	3.270	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	3.270	3.270	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 1.022 m do nó N505.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm





O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \underline{83.1} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \underline{100} \quad \checkmark$$

36

Onde:

$K_x L_x$ : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{3.270} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{3.270} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{3.94} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{1.57} \text{ cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.037} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$N_{c,sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,sd} : \underline{0.073} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \underline{1.957} \text{ t}$$



Onde:

**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$A_{ef} : \frac{5.77}{0.16} \text{ cm}^2$$

$$\chi_{yy} : \frac{0.16}{0.69}$$

$$\chi_{xz} : \frac{0.69}{2.34}$$

$$\lambda_{0, yy} : \frac{2.34}{0.94}$$

$$\lambda_{0, xz} : \frac{0.94}{5.77} \text{ cm}^2$$

$$A : \frac{5.77}{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_y : \frac{2548.42}{1.2}$$

$$\gamma : \frac{1.2}{2.677} \text{ t}$$

$$N_e : \frac{2.677}{2.677} \text{ t}$$

$$N_{ey} : \frac{2.677}{16.825} \text{ t}$$

$$N_{exz} : \frac{16.825}{16.825} \text{ t}$$

$$N_{ex} : \frac{16.825}{16.825} \text{ t}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$N_{ez} : \underline{\quad \infty \quad}$$

$$I_x : \underline{\quad 89.41 \quad} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{\quad 14.23 \quad} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \underline{\quad 0.18 \quad} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \underline{\quad 224.96 \quad} \text{ cm}^6$$

$$E : \underline{\quad 2038736 \quad} \text{ kgf/cm}^2$$

$$G : \underline{\quad 784129 \quad} \text{ kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \underline{\quad 3.270 \quad} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \underline{\quad 3.270 \quad} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \underline{\quad 0.000 \quad} \text{ m}$$

$$r_o : \underline{\quad 5.25 \quad} \text{ cm}$$

$$r_x : \underline{\quad 3.94 \quad} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{\quad 1.57 \quad} \text{ cm}$$

$$x_o : \underline{\quad -31.05 \quad} \text{ mm}$$

$$y_o : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{\quad 0.493 \quad} \checkmark$$

$$M_{sd} : \underline{\quad 0.191 \quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{sd}$**  é obtido para o nó N505, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.



O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

Onde:

$W_{ef}$ : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

$f_y$ : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

39

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{ef} : \underline{16.77} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.337} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  $M_{Sd}$  é obtido para o nó N505, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.031} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \frac{1.1}{1} \end{aligned}$$

**Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N505, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.039} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.020} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$\frac{1.08(EK_v/f_y)^{0.5}}{5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$



$f_y$ : Tensão de escoamento.  
 $E$ : Módulo de elasticidade.  
 $\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.  
 $K_v$ : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$
$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$
$$\gamma : \underline{1.1}$$
$$K_v : \underline{1.20}$$

41

### **Resistência ao esforço cortante Y (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)**

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.043} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{sd}$  produz-se no nó N505, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.161} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

$t$ : Espessura da alma.  
 $h$ : Largura da alma.  
 $f_y$ : Tensão de escoamento.  
 $E$ : Módulo de elasticidade.  
 $\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.  
 $K_v$ : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$
$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$
$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$
$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$
$$\gamma : \underline{1.1}$$
$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)**



Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N505, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.244} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.161} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$

#### **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N505, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.114} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.031} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.039} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$



### **Resistência à flexo-compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N505, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

43

$$\eta : \quad \underline{0.867} \quad \checkmark$$

Onde:

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

**$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$** : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{N}_{c,Sd} : \quad \underline{0.073} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \quad \underline{0.191} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \quad \underline{0.031} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \quad \underline{1.957} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \quad \underline{0.389} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \quad \underline{0.091} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



Barra N517/N518

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N517	N518	3.270	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	3.270	3.270	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 1.635 m do nó N517.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \underline{83.1} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \underline{179.0} \quad \checkmark$$

45

Onde:

$K_x L_x$ : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$K_x L_x : \underline{3.270} \text{ m}$$

$K_y L_y$ : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$K_y L_y : \underline{3.270} \text{ m}$$

$r_x$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$r_x : \underline{3.94} \text{ cm}$$

$r_y$ : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$r_y : \underline{1.57} \text{ cm}$$

### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$N_{t,sd}$ : Esforço axial de tração solicitante de cálculo, desfavorável.

$$N_{t,sd} : \underline{0.022} \text{ t}$$

A força normal de tração resistente de cálculo  $N_{t,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{t,Rd} : \underline{13.375} \text{ t}$$

Onde:

$A$ : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{5.77} \text{ cm}^2$$

$f_y$ : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$



$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

46

### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações  $1.25 \cdot PP + CP1 - TELHA + 1.4 \cdot Vento-0^\circ + 1.4 \cdot Vento-90^\circ$ .

$N_{c,sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,sd} : \underline{0.006} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  $N_{c,Rd}$  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \underline{1.957} \text{ t}$$

Onde:

$A_{ef}$ : Área efetiva da seção transversal da barra.

$$A_{ef} : \underline{5.77} \text{ cm}^2$$

$\chi$ : Fator de redução associado à flambagem,

$$\chi_{yy} : \underline{0.16}$$

Sendo:

$$\chi_{xz} : \underline{0.69}$$

$\lambda_0$ : Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

$$\lambda_{0,yy} : \underline{2.34}$$

$$\lambda_{0,xz} : \underline{0.94}$$

Sendo:

$N_e$ : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

$A$ : Área bruta da seção transversal da barra.

$$A : \underline{5.77} \text{ cm}^2$$



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

$f_y$ : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica  $N_e$  é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$I_x$ : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

$I_y$ : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

$I_t$ : Momento de inércia à torção uniforme.

$C_w$ : Constante de empenamento da seção.

$E$ : Módulo de elasticidade.

$G$ : Módulo de elasticidade transversal.

$K_x L_x$ : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$K_y L_y$ : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$K_z L_z$ : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

$r_o$ : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.2}$$

$$N_e : \underline{2.677} \text{ t}$$

$$N_{ey} : \underline{2.677} \text{ t}$$

$$N_{exz} : \underline{16.825} \text{ t}$$

$$N_{ex} : \underline{16.825} \text{ t}$$

$$N_{ez} : \underline{\infty}$$

$$I_x : \underline{89.41} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \underline{14.23} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \underline{0.18} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \underline{224.96} \text{ cm}^6$$

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$G : \underline{784129} \text{ kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \underline{3.270} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \underline{3.270} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \underline{0.000} \text{ m}$$

$$r_o : \underline{5.25} \text{ cm}$$



Sendo:

$r_x, r_y$ : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

$x_o, y_o$ : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \underline{\quad 3.94 \quad} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{\quad 1.57 \quad} \text{ cm}$$

$$x_o : \underline{\quad -31.05 \quad} \text{ mm}$$

$$y_o : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

48

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{\quad 0.484 \quad} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  $M_{Sd}$  é obtido para o nó N518, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \underline{\quad 0.188 \quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \underline{\quad 0.389 \quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

#### **a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

$$M_{Rd} : \underline{\quad 0.389 \quad} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Onde:

$W_{ef}$ : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

$f_y$ : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{\quad 16.77 \quad} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{\quad 2548.42 \quad} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{\quad 1.1 \quad}$$



### b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

49

#### **Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.345} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  $M_{Sd}$  é obtido para o nó N518, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.031} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Onde:

$W_{ef}$ : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

$f_y$ : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{3.94} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

#### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$



O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se no nó N518, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.040} \text{ t} \quad 50$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  $V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$ .

$$V_{Sd} : \underline{0.020} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{6} \text{ kgf/cm}^2$$

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$K_v : \underline{1.20}$$

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.044} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{Sd}$  produz-se no nó N518, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{Sd} : \underline{0.162} \text{ t}$$



A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

para

para

para

Onde:

**t**: Espessura da alma.

**h**: Largura da alma.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**E**: Módulo de elasticidade.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$${}^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

$$h/t : \underline{28.89}$$

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$K_v : \underline{5.00}$$

51

### Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N518, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \underline{0.236} \checkmark$$

Onde:

**M<sub>Sd</sub>**: Momento fletor solicitante de cálculo.

**M<sub>0,Rd</sub>**: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**V<sub>Sd</sub>**: Força cortante solicitante de cálculo.

**V<sub>Rd</sub>**: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$M_{Sd} : \underline{0.188} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{0,Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$V_{Sd} : \underline{0.162} \text{ t}$$

$$V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$





**Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N518, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.119} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.031} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.040} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$

**Resistência à flexo-compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N518, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.4·Vento-0°+1.4·Vento-90°.

$$\eta : \quad \underline{0.250} \quad \checkmark$$

Onde:

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \quad \underline{0.005} \text{ t}$$

$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$ : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \quad \underline{0.057} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \quad \underline{0.009} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$N_{c,Rd}$ : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{1.957} \text{ t}$$



$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$ : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

53

### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo são obtidos no nó N518, para a combinação 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

Os esforços devem satisfazer as seguintes expressões de interação:

$$\eta : \underline{0.830} \checkmark$$

Onde:

$N_{t,Sd}$ : Força normal de tração solicitante de cálculo.

$$N_{t,Sd} : \underline{0.020} \text{ t}$$

$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$ : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$$M_{x,Sd} : \underline{0.188} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Sd} : \underline{0.031} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$N_{Rd}$ : Força normal de tração resistente de cálculo conforme 9.6.

$$N_{Rd} : \underline{13.375} \text{ t}$$

$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$ : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$M_{x,Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y,Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Barra N378/N680

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N378	N680	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 1.611 m do nó N378.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijeados sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm

**Limitação de esbeltez** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \quad \underline{71.7} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \quad \underline{179.6} \quad \checkmark$$

55

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$\mathbf{K_x L_x} : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$\mathbf{K_y L_y} : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$\mathbf{r_x} : \quad \underline{3.94} \text{ cm}$$

$$\mathbf{r_y} : \quad \underline{1.57} \text{ cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.056} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N_{c,Sd}} : \quad \underline{0.147} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \quad \underline{2.631} \text{ t}$$

Onde:



**$A_{ef}$** : Área efetiva da seção transversal da barra.

$\chi$ : Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

$\lambda_0$ : Índice de esbelteç reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**$N_e$** : Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**$A$** : Área bruta da seção transversal da barra.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica  **$N_e$**  é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$A_{ef} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\chi_{yy} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\chi_{xz} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\lambda_{0, yy} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\lambda_{0, xz} : \frac{0.81}{5.77}$$

56

$$A : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$f_y : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \frac{1.2}{3.600}$$

$$N_e : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$N_{ey} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$N_{exz} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$N_{ex} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$N_{ez} : \frac{\infty}{\infty}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \text{ cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \text{ kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \text{ m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \text{ cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \text{ cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \text{ cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \text{ mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \text{ mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.552} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N378, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.214} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$



**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

58

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Onde:

**W<sub>ef</sub>**: Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{16.77} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.485} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo **M<sub>Sd</sub>** é obtido para o nó N680, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo **M<sub>Rd</sub>** deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \frac{2548.42}{1.1} \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \frac{1.1}{203873} \end{aligned}$$

59

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N680, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.030} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \frac{2548.42}{203873} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{6} \text{ kgf/cm}^2$$





$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$K_v : \underline{1.20}$$

60

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{sd}$  produz-se no nó N680, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.221} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)



Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N378, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.305} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.214} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.075} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$

#### **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N680, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.235} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.061} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$



Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N680, para a combinação de hipóteses  $1.25 \cdot PP + 1.25 \cdot CP1\text{-TELHA} + 1.5 \cdot SCU1\text{-NORMA} + 0.84 \cdot \text{Vento-}0^\circ + 0.84 \cdot \text{Vento-}90^\circ$ .

$\eta$  : 0.98 ✓

Onde:

$N_{c,Sd}$ : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$ : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

$N_{c,Rd}$ : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$ : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$N_{c,Sd}$  : 0.147 t

$M_{x,Sd}$  : 0.202 t·m

$M_{y,Sd}$  : 0.044 t·m

$N_{c,Rd}$  : 2.631 t

$M_{x,Rd}$  : 0.389 t·m

$M_{y,Rd}$  : 0.091 t·m

#### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

#### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Barra N677/N374

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N677	N374	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 0.806 m do nó N677.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijeados sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm

**Limitação de esbeltez** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \quad \underline{71.7} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \quad \underline{179.6} \quad \checkmark$$

64

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

$$\mathbf{K_x L_x} : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

$$\mathbf{K_y L_y} : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

$$\mathbf{r_x} : \quad \underline{3.94} \text{ cm}$$

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$\mathbf{r_y} : \quad \underline{1.57} \text{ cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.055} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$\mathbf{N_{c,Sd}} : \quad \underline{0.145} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \quad \underline{2.631} \text{ t}$$

Onde:



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$\mathbf{A_{ef}} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\chi_{yy}} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\mathbf{\chi_{xz}} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, yy}} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, xz}} : \frac{0.81}{5.77}$$

65

$$\mathbf{A} : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma} : \frac{1.2}{3.600}$$

$$\mathbf{N_e} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \frac{\infty}{\infty}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \text{ cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \text{ kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \text{ m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \text{ cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \text{ cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \text{ cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \text{ mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \text{ mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.551} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N374, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.214} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$



**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

67

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Onde:

$W_{ef}$ : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

$f_y$ : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{16.77} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.479} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  $M_{Sd}$  é obtido para o nó N677, para a combinação de hipóteses 1.25-PP+1.25-CP1-TELHA+1.5-SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$





Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \frac{2548.42}{1.1} \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \frac{1.1}{1.1} \end{aligned}$$

68

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N677, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.030} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$



**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$K_v : \underline{1.20}$$

69

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V<sub>sd</sub>** produz-se no nó N677, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.220} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma **V<sub>Rd</sub>** deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \quad t$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \quad mm$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \quad mm$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad kgf/cm^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \quad kgf/cm^2$$

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M<sub>sd</sub>** e **V<sub>sd</sub>** são obtidos no nó N374, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.



Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

70

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{o,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\eta : \underline{0.304} \checkmark$$

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.214} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{o,Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.075} \text{ t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

**Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  **$M_{Sd}$**  e  **$V_{Sd}$**  são obtidos no nó N677, para a combinação de hipóteses 1.25-PP+1.25-CP1-TELHA+1.5-SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \underline{0.229} \checkmark$$

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{o,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{o,Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$



Os esforços de cálculo são obtidos no nó N677, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$\eta$  : 0.98 ✓

Onde:

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

**$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$** : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

**$N_{c,Sd}$**  : 0.145 t

**$M_{x,Sd}$**  : 0.202 t·m

**$M_{y,Sd}$**  : 0.043 t·m

**$N_{c,Rd}$**  : 2.631 t

**$M_{x,Rd}$**  : 0.389 t·m

**$M_{y,Rd}$**  : 0.091 t·m

#### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

#### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Barra N379/N681

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N379	N681	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 1.611 m do nó N379.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

**(b/t) :** 29 ✓

Sendo:

**b:** Comprimento do elemento.

**t:** A espessura.

**b :** 87.84 mm

**t :** 3.04 mm

**Limitação de esbeltez** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \quad \underline{71.7} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \quad \underline{179.6} \quad \checkmark$$

73

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.050} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \quad \underline{0.131} \quad \text{t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{2.631} \quad \text{t}$$

Onde:



**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$\mathbf{A_{ef}} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\chi_{yy}} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\mathbf{\chi_{xz}} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, yy}} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, xz}} : \frac{0.81}{5.77}$$

$$\mathbf{A} : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma} : \frac{1.2}{3.600}$$

$$\mathbf{N_e} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \frac{\infty}{\infty}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \text{ cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \text{ kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \text{ m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \text{ cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \text{ cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \text{ cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \text{ mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \text{ mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.539} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N379, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.209} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$





**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{ef} : \underline{16.77} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.488} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  $M_{Sd}$  é obtido para o nó N681, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.045} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \frac{2548.42}{1.1} \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \frac{1.1}{20387} \end{aligned}$$

77

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N681, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.031} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{20387} \text{ kgf/cm}^2$$

$$E : \underline{36} \text{ kgf/cm}^2$$



$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$K_v : \underline{1.20}$$

78

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{sd}$  produz-se no nó N681, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.217} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{sd}$  e  $V_{sd}$  são obtidos no nó N379, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.



Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

79

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{0,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\eta : \underline{0.290} \checkmark$$

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.209} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.072} \text{ t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

#### **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  **$M_{Sd}$**  e  **$V_{Sd}$**  são obtidos no nó N681, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \underline{0.238} \checkmark$$

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{0,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.045} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$



Os esforços de cálculo são obtidos no nó N681, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

80

$\eta$  : 0.98 ✓

Onde:

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

**$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$** : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

**$N_{c,Sd}$**  : 0.131 t

**$M_{x,Sd}$**  : 0.198 t·m

**$M_{y,Sd}$**  : 0.044 t·m

**$N_{c,Rd}$**  : 2.631 t

**$M_{x,Rd}$**  : 0.389 t·m

**$M_{y,Rd}$**  : 0.091 t·m

#### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

#### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Barra N676/N373

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N676	N373	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

81

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 0.806 m do nó N676.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm

**Limitação de esbelteza** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \quad \underline{71.7} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \quad \underline{179.6} \quad \checkmark$$

82

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.050} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \quad \underline{0.131} \quad \text{t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{2.631} \quad \text{t}$$

Onde:



**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbelteç reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$\mathbf{A_{ef}} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\chi_{yy}} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\mathbf{\chi_{xz}} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, yy}} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, xz}} : \frac{0.81}{5.77}$$

83

$$\mathbf{A} : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma} : \frac{1.2}{3.600}$$

$$\mathbf{N_e} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \frac{\infty}{\infty}$$





**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \quad \text{cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \quad \text{cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \quad \text{cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \quad \text{cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \quad \text{m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \quad \text{cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \quad \text{mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \quad \text{mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.537} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N373, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.209} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$



**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{ef} : \underline{16.77} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.480} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  $M_{Sd}$  é obtido para o nó N676, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \frac{2548.42}{1.1} \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \frac{1.1}{203873} \end{aligned}$$

86

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N676, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.031} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \frac{2548.42}{203873} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{6} \text{ kgf/cm}^2$$



$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.  
 $K_v$ : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$K_v : \underline{1.20}$$

87

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.059} \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{sd}$  produz-se no nó N676, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.217} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\underline{203873}$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{6} \text{ kgf/cm}^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)



Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N373, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.289} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.209} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.072} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$

#### **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N676, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.231} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.061} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$



Os esforços de cálculo são obtidos no nó N676,  
para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-  
TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Onde:

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão  
solicitante de cálculo.

**$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$** : Momentos fletores  
solicitantes de cálculo em relação aos  
eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão  
resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores  
resistentes de cálculo em relação aos  
eixos X e Y, respectivamente, calculados  
conforme 9.8.2.

$$\eta : \quad \underline{0.98} \quad \checkmark$$

$$\mathbf{N}_{c,Sd} : \quad \underline{0.127} \text{ t}$$

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \quad \underline{0.195} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \quad \underline{0.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \quad \underline{2.631} \text{ t}$$

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \quad \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

#### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

#### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Barra N380/N682

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento o (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N380	N682	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 1.611 m do nó N380.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm

**Limitação de esbeltez** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \quad \underline{71.7} \quad \checkmark$$
$$\lambda_{yy} : \quad \underline{179.6} \quad \checkmark$$

91

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.045} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \quad \underline{0.119} \quad \text{t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{2.631} \quad \text{t}$$

Onde:





**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbelteç reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$\mathbf{A_{ef}} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\chi_{yy}} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\mathbf{\chi_{xz}} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, yy}} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, xz}} : \frac{0.81}{5.77}$$

$$\mathbf{A} : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma} : \frac{1.2}{3.600}$$

$$\mathbf{N_e} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \frac{\infty}{\infty}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \quad \text{cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \quad \text{cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \quad \text{cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \quad \text{cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \quad \text{m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \quad \text{cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \quad \text{mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \quad \text{mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.510} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N380, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.198} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$



**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Onde:

**W<sub>ef</sub>**: Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$W_{ef} : \underline{16.77} \text{ cm}^3$$
$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$
$$\gamma : \underline{1.1}$$

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.471} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo **M<sub>Sd</sub>** é obtido para o nó N682, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.043} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo **M<sub>Rd</sub>** deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \frac{2548.42}{1.1} \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \frac{1.1}{203873} \end{aligned}$$

95

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N682, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.030} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \frac{2548.42}{203873} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{6} \text{ kgf/cm}^2$$



$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$K_v : \underline{1.20}$$

96

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{sd}$  produz-se no nó N682, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.210} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$${}^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$\underline{203873}$$

$$E : \underline{6} \text{ kgf/cm}^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)



Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N380, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.261} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.198} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.065} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$

#### **Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{Sd}$  e  $V_{Sd}$  são obtidos no nó N682, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.223} \quad \checkmark$$

Onde:

$M_{Sd}$ : Momento fletor solicitante de cálculo.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.043} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$M_{0,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$M_{0,Rd} : \quad \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$V_{Sd}$ : Força cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Sd} : \quad \underline{0.061} \text{ t}$$

$V_{Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$V_{Rd} : \quad \underline{3.712} \text{ t}$$



### **Resistência à flexo-compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N682, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

98

$$\eta : \quad \underline{0.994} \quad \checkmark$$

Onde:

**$N_{c,sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

**$M_{x,sd}$ ,  $M_{y,sd}$** : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{N_{c,Sd}} : \quad \underline{0.115} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M_{x,Sd}} : \quad \underline{0.186} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Sd}} : \quad \underline{0.043} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \quad \underline{2.631} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M_{x,Rd}} : \quad \underline{0.389} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{y,Rd}} : \quad \underline{0.091} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Barra N675/N372

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento o (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N675	N372	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 0.806 m do nó N675.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm

**Limitação de esbeltez** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)





O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \quad \underline{71.7} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \quad \underline{179.6} \quad \checkmark$$

100

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.045} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \quad \underline{0.118} \quad \text{t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{2.631} \quad \text{t}$$

Onde:



**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$\mathbf{A_{ef}} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\chi_{yy}} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\mathbf{\chi_{xz}} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, yy}} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, xz}} : \frac{0.81}{5.77}$$

$$\mathbf{A} : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma} : \frac{1.2}{3.600}$$

$$\mathbf{N_e} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \frac{\infty}{\infty}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \text{ cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \text{ kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \text{ m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \text{ cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \text{ cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \text{ cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \text{ mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \text{ mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.509} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N372, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.198} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$



**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$M_{Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$W_{ef} : \underline{16.77} \text{ cm}^3$$

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  $K_t L_t$  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  $K_y L_y^{pos}$  e  $K_y L_y^{neg}$  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.467} \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  $M_{Sd}$  é obtido para o nó N675, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$M_{Sd} : \underline{0.043} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  $M_{Rd}$  deve ser tomado como:

$$M_{Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \frac{1.1}{203873} \end{aligned}$$

104

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N675, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.030} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$\frac{1.08(EK_v/f_y)^{0.5}}{5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{203873} \text{ kgf/cm}^2$$



$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$K_v : \underline{1.20}$$

105

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.057} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{sd}$  produz-se no nó N675, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.210} \quad t$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \quad t$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \quad mm$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \quad mm$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \quad kgf/cm^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \quad kgf/cm^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{sd}$  e  $V_{sd}$  são obtidos no nó N372, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.



Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

106

$$\eta : \underline{0.260} \checkmark$$

Onde:

**M<sub>Sd</sub>**: Momento fletor solicitante de cálculo.

$$\mathbf{M_{Sd}} : \underline{0.198} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**M<sub>0,Rd</sub>**: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$\mathbf{M_{0,Rd}} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**V<sub>Sd</sub>**: Força cortante solicitante de cálculo.

$$\mathbf{V_{Sd}} : \underline{0.065} \text{ t}$$

**V<sub>Rd</sub>**: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{V_{Rd}} : \underline{3.712} \text{ t}$$

**Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M<sub>Sd</sub>** e **V<sub>Sd</sub>** são obtidos no nó N675, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \underline{0.218} \checkmark$$

Onde:

**M<sub>Sd</sub>**: Momento fletor solicitante de cálculo.

$$\mathbf{M_{Sd}} : \underline{0.043} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**M<sub>0,Rd</sub>**: Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

$$\mathbf{M_{0,Rd}} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

**V<sub>Sd</sub>**: Força cortante solicitante de cálculo.

$$\mathbf{V_{Sd}} : \underline{0.061} \text{ t}$$

**V<sub>Rd</sub>**: Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{V_{Rd}} : \underline{3.712} \text{ t}$$



**Resistência à flexo-compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N675, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

107

$\eta$  : 0.991 ✓

Onde:

**$N_{c,sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

**$M_{x,sd}$ ,  $M_{y,sd}$** : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

**$N_{c,sd}$**  : 0.114 t

**$M_{x,sd}$**  : 0.187 t·m

**$M_{y,sd}$**  : 0.043 t·m

**$N_{c,Rd}$**  : 2.631 t

**$M_{x,Rd}$**  : 0.389 t·m

**$M_{y,Rd}$**  : 0.091 t·m

**Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

**Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.



Barra N381/N683

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia l	Nós Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N381	N683	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 1.611 m do nó N381.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm

**Limitação de esbeltez** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \quad \underline{71.7} \quad \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \quad \underline{179.6} \quad \checkmark$$

109

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.042} \quad \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \quad \underline{0.110} \quad \text{t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \quad \underline{2.631} \quad \text{t}$$

Onde:



**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbelteç reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$\mathbf{A_{ef}} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\chi_{yy}} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\mathbf{\chi_{xz}} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, yy}} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, xz}} : \frac{0.81}{5.77}$$

$$\mathbf{A} : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma} : \frac{1.2}{3.600}$$

$$\mathbf{N_e} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \frac{\infty}{\infty}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \text{ cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \text{ cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \text{ cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \text{ cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \text{ kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \text{ m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \text{ cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \text{ cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \text{ cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \text{ mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \text{ mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.486} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N381, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.189} \text{ t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$



**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

**$M_{Rd}$**  : 0.389 t·m

**$W_{ef}$**  : 16.77 cm<sup>3</sup>

**$f_y$**  : 2548.42 kgf/cm<sup>2</sup>

$\gamma$  : 1.1

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  **$K_t L_t$**  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  **$K_y L_y^{pos}$**  e  **$K_y L_y^{neg}$**  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$\eta$  : 0.467 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N683, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

**$M_{Sd}$**  : 0.043 t·m

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como:

**$M_{Rd}$**  : 0.091 t·m



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \underline{3.94} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \underline{1.1} \end{aligned}$$

113

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N683, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.060} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.030} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$



**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$K_v : \underline{1.20}$$

114

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável **V<sub>sd</sub>** produz-se no nó N683, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.204} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma **V<sub>Rd</sub>** deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

**K<sub>v</sub>**: Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis **M<sub>sd</sub>** e **V<sub>sd</sub>** são obtidos no nó N381, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.



Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

115

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{o,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\eta : \quad \underline{0.236} \quad \checkmark$$

$$\mathbf{M}_{Sd} : \quad \underline{0.189} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{o,Rd} : \quad \underline{0.389} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \quad \underline{0.060} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \quad \underline{3.712} \quad \text{t}$$

**Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  **$M_{Sd}$**  e  **$V_{Sd}$**  são obtidos no nó N683, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \quad \underline{0.218} \quad \checkmark$$

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{o,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \quad \underline{0.043} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{o,Rd} : \quad \underline{0.091} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \quad \underline{0.060} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \quad \underline{3.712} \quad \text{t}$$

**Resistência à flexo-compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)





Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N683, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

116

$\eta$  : 0.975 ✓

Onde:

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

**$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$** : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

**$N_{c,Sd}$**  : 0.106 t

**$M_{x,Sd}$**  : 0.182 t·m

**$M_{y,Sd}$**  : 0.043 t·m

**$N_{c,Rd}$**  : 2.631 t

**$M_{x,Rd}$**  : 0.389 t·m

**$M_{y,Rd}$**  : 0.091 t·m

#### **Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

#### **Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

Barra N674/N371

Perfil: U100X50X3.04								
Material: Aço (A-36)								
Inicia	Final	Comprimento (m)	Características mecânicas					
			Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	x <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)
N674	N371	2.820	5.77	89.41	14.23	0.18	-11.09	0.00
Notas: (1) Inércia em relação ao eixo indicado (2) Momento de inércia à torção uniforme (3) Coordenadas do centro de gravidade								
	Flambagem		Flambagem lateral					
	Plano ZX	Plano ZY	Aba sup.	Aba inf.				
β	1.00	1.00	0.00	0.00				
L <sub>K</sub>	2.820	2.820	0.000	0.000				
C <sub>m</sub>	-	-	1.000	1.000				
C <sub>b</sub>	-		1.000					
Notação: β: Coeficiente de flambagem L <sub>K</sub> : Comprimento de flambagem (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>b</sub> : Fator de modificação para o momento crítico								

**Valores máximos da relação comprimento-espessura** (ABNT NBR 14762:2010 Artigo 9.1.2 Tabela 4)

A relação comprimento-espessura desfavorável produz-se num ponto situado a uma distância 0.806 m do nó N674.

Elemento: Alma

Em almas de perfis U não enrijezidos sujeitas à compressão uniforme, a relação largura-espessura não deve ultrapassar o valor 90.

(b/t) : 29 ✓

Sendo:

**b**: Comprimento do elemento.

**t**: A espessura.

**b** : 87.84 mm

**t** : 3.04 mm

**Limitação de esbeltez** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7.4)



O índice de esbeltez  $\lambda$  das barras comprimidas não deve exceder o valor 200.

$$\lambda_{xx} : \underline{71.7} \checkmark$$

$$\lambda_{yy} : \underline{179.6} \checkmark$$

118

Onde:

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$r_x$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal X.

**$r_y$** : Raio de giração da seção bruta em relação ao eixo principal Y.

$$K_x L_x : \underline{2.820} \text{ m}$$

$$K_y L_y : \underline{2.820} \text{ m}$$

$$r_x : \underline{3.94} \text{ cm}$$

$$r_y : \underline{1.57} \text{ cm}$$

#### **Resistência à tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.6)

A verificação não será executada, já que não existe esforço axial de tração.

#### **Resistência à compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.7)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.041} \checkmark$$

O esforço solicitante de cálculo desfavorável produz-se para a combinação de ações 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

$$N_{c,Sd} : \underline{0.109} \text{ t}$$

A força normal de compressão resistente de cálculo  **$N_{c,Rd}$**  deve ser tomada como:

$$N_{c,Rd} : \underline{2.631} \text{ t}$$

Onde:



**A<sub>ef</sub>**: Área efetiva da seção transversal da barra.

**χ**: Fator de redução associado à flambagem,

Sendo:

**λ<sub>0</sub>**: Índice de esbeltez reduzido para barras comprimidas.

Sendo:

**N<sub>e</sub>**: Força normal de flambagem elástica da barra, conforme 9.7.2.

**A**: Área bruta da seção transversal da barra.

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

**γ**: Coeficiente de ponderação das resistências.

A força normal de flambagem elástica **N<sub>e</sub>** é o menor valor entre os obtidos por a) e b):

a) Força normal de flambagem elástica por flexão em relação ao eixo Y.

b) Força normal de flambagem elástica por flexo-torção.

Onde:

$$\mathbf{A_{ef}} : \frac{5.77}{0.21} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\chi_{yy}} : \frac{0.21}{0.76}$$

$$\mathbf{\chi_{xz}} : \frac{0.76}{2.02}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, yy}} : \frac{2.02}{0.81}$$

$$\mathbf{\lambda_{0, xz}} : \frac{0.81}{5.77}$$

$$\mathbf{A} : \frac{5.77}{2548.42} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \frac{2548.42}{1.2} \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma} : \frac{1.2}{3.600}$$

$$\mathbf{N_e} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ey}} : \frac{3.600}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{exz}} : \frac{22.623}{22.623} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ex}} : \frac{22.623}{\infty} \text{ t}$$

$$\mathbf{N_{ez}} : \frac{\infty}{\infty}$$



**$I_x$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo X.

**$I_y$** : Momento de inércia da seção bruta em relação ao eixo Y.

**$I_t$** : Momento de inércia à torção uniforme.

**$C_w$** : Constante de empenamento da seção.

**E**: Módulo de elasticidade.

**G**: Módulo de elasticidade transversal.

**$K_x L_x$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo X.

**$K_y L_y$** : Comprimento efetivo de flambagem por flexão em relação ao eixo Y.

**$K_z L_z$** : Comprimento efetivo de flambagem por torção.

**$r_o$** : Raio de giração polar da seção bruta em relação ao centro de torção.

$$I_x : \quad \underline{89.41} \quad \text{cm}^4$$

$$I_y : \quad \underline{14.23} \quad \text{cm}^4$$

$$I_t : \quad \underline{0.18} \quad \text{cm}^4$$

$$C_w : \quad \underline{224.96} \quad \text{cm}^6$$

$$E : \quad \underline{2038736} \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$G : \quad \underline{784129} \quad \text{kgf/cm}^2$$

$$K_x L_x : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_y L_y : \quad \underline{2.820} \quad \text{m}$$

$$K_z L_z : \quad \underline{0.000} \quad \text{m}$$

$$r_o : \quad \underline{5.25} \quad \text{cm}$$

Sendo:

**$r_x, r_y$** : Raios de giração da seção bruta em relação aos eixos principais de inércia X e Y, respectivamente.

**$x_o, y_o$** : Coordenadas do centro de torção na direção dos eixos principais X e Y, respectivamente, em relação ao centróide da seção.

$$r_x : \quad \underline{3.94} \quad \text{cm}$$

$$r_y : \quad \underline{1.57} \quad \text{cm}$$

$$x_o : \quad \underline{-31.05} \quad \text{mm}$$

$$y_o : \quad \underline{0.00} \quad \text{mm}$$

### **Resistência à flexão eixo X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$$\eta : \quad \underline{0.484} \quad \checkmark$$

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N371, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$M_{Sd} : \quad \underline{0.188} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como o menor valor calculado em a) y b):

$$M_{Rd} : \quad \underline{0.389} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$



**a) Início de escoamento da la seção efetiva (9.8.2.1)**

Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástico da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

**$M_{Rd}$**  : 0.389 t·m

**$W_{ef}$**  : 16.77 cm<sup>3</sup>

**$f_y$**  : 2548.42 kgf/cm<sup>2</sup>

$\gamma$  : 1.1

**b) Flambagem lateral com torção (9.8.2.2)**

Não procede, pois o comprimento efetivo de flambagem lateral por torção  **$K_t L_t$**  e os comprimentos efetivos de flambagem lateral  **$K_y L_y^{pos}$**  e  **$K_y L_y^{neg}$**  são nulos.

**Resistência à flexão eixo Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.2)

Deve satisfazer:

$\eta$  : 0.462 ✓

O momento fletor desfavorável de cálculo  **$M_{Sd}$**  é obtido para o nó N674, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

**$M_{Sd}$**  : 0.042 t·m

O momento fletor resistente de cálculo  **$M_{Rd}$**  deve ser tomado como:

**$M_{Rd}$**  : 0.091 t·m



Onde:

**$W_{ef}$** : Módulo de resistência elástica da seção efetiva calculado com base nas larguras efetivas dos elementos, conforme 9.2, com  $\sigma$  calculada para o estado limite último de escoamento da seção.

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\begin{aligned} W_{ef} &: \frac{3.94}{2548.42} \text{ cm}^3 \\ f_y &: \text{ kgf/cm}^2 \\ \gamma &: \underline{1.1} \end{aligned}$$

122

### **Resistência ao esforço cortante X** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  **$V_{Sd}$**  produz-se no nó N674, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

$$V_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

A seção é composta por duas almas iguais. Sobre cada uma delas, o esforço de cálculo é  **$V_{Sd} = 0.5 V_{Sd}$** .

$$V_{Sd} : \underline{0.030} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  **$V_{Rd}$**  deve ser calculada por:

$${}^{(1)}V_{Rd} : \underline{1.856} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{33.46}$$

para

$$h/t : \underline{14.45}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{43.38}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{43.92} \text{ mm}$$

**$f_y$** : Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{203873} \text{ kgf/cm}^2$$

$$E : \underline{6} \text{ kgf/cm}^2$$



$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por esforço cortante que, para uma mesa, é dado por:

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$$K_v : \underline{1.20}$$

123

### **Resistência ao esforço cortante Y** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.3)

Deve satisfazer:

$$\eta : \underline{0.055} \quad \checkmark$$

O esforço cortante solicitante de cálculo desfavorável  $V_{sd}$  produz-se no nó N674, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.

$$V_{sd} : \underline{0.204} \text{ t}$$

A força cortante resistente de cálculo da alma  $V_{Rd}$  deve ser calculada por:

$$^{(1)}V_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

para

$$1.08(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{68.31}$$

para

$$h/t : \underline{28.89}$$

para

$$1.4(EK_v/f_y)^{0.5} : \underline{88.54}$$

Onde:

**t**: Espessura da alma.

$$t : \underline{3.04} \text{ mm}$$

**h**: Largura da alma.

$$h : \underline{87.84} \text{ mm}$$

**f<sub>y</sub>**: Tensão de escoamento.

$$f_y : \underline{2548.42} \text{ kgf/cm}^2$$

**E**: Módulo de elasticidade.

$$E : \underline{2038736} \text{ kgf/cm}^2$$

$\gamma$ : Coeficiente de ponderação das resistências.

$$\gamma : \underline{1.1}$$

$K_v$ : Coeficiente de flambagem local por cisalhamento, que para a alma sem enrijecedores transversais é dado por:

$$K_v : \underline{5.00}$$

### **Resistência ao momento fletor X e esforço cortante Y combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  $M_{sd}$  e  $V_{sd}$  são obtidos no nó N371, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA+0.84·Vento-0°+0.84·Vento-90°.





Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

124

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{0,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\eta : \underline{0.235} \checkmark$$

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.188} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{0.389} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.060} \text{ t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$

**Resistência ao momento fletor Y e esforço cortante X combinados** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.8.4)

Os esforços de cálculo desfavoráveis  **$M_{Sd}$**  e  **$V_{Sd}$**  são obtidos no nó N674, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

Para barras sem enrijecedores transversais de alma, o momento fletor solicitante de cálculo e a força cortante solicitante de cálculo devem satisfazer à seguinte expressão de interação:

$$\eta : \underline{0.214} \checkmark$$

Onde:

**$M_{Sd}$** : Momento fletor solicitante de cálculo.

**$M_{0,Rd}$** : Momento fletor resistente de cálculo conforme 9.8.2.1.

**$V_{Sd}$** : Força cortante solicitante de cálculo.

**$V_{Rd}$** : Força cortante resistente de cálculo conforme 9.8.3.

$$\mathbf{M}_{Sd} : \underline{0.042} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{0,Rd} : \underline{0.091} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{V}_{Sd} : \underline{0.061} \text{ t}$$

$$\mathbf{V}_{Rd} : \underline{3.712} \text{ t}$$



**Resistência à flexo-compressão** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Os esforços de cálculo desfavoráveis são obtidos no nó N674, para a combinação de hipóteses 1.25·PP+1.25·CP1-TELHA+1.5·SCU1-NORMA.

125

$$\eta : \quad \underline{0.971} \quad \checkmark$$

Onde:

**$N_{c,Sd}$** : Força normal de compressão solicitante de cálculo.

**$M_{x,Sd}$ ,  $M_{y,Sd}$** : Momentos fletores solicitantes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente.

**$N_{c,Rd}$** : Força normal de compressão resistente de cálculo, conforme 9.7.

**$M_{x,Rd}$ ,  $M_{y,Rd}$** : Momentos fletores resistentes de cálculo em relação aos eixos X e Y, respectivamente, calculados conforme 9.8.2.

$$\mathbf{N}_{c,Sd} : \quad \underline{0.106} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M}_{x,Sd} : \quad \underline{0.182} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Sd} : \quad \underline{0.042} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{N}_{c,Rd} : \quad \underline{2.631} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M}_{x,Rd} : \quad \underline{0.389} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M}_{y,Rd} : \quad \underline{0.091} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

**Resistência à flexo-tração** (ABNT NBR 14762:2010, Artigo 9.9)

Não há interação entre o esforço axial de tração e o momento fletor para nenhuma combinação. Assim a verificação não será executada.

**Resistência à torção** (Critério da CYPE Ingenieros)

A verificação não é necessária, já que não existe momento torsor.

SALATIEL D. KERNE  
ENG.CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA: 25739 – D/AM  
CAU: A2290324  
RRT N° 12544623





**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## MEMORIAL DE CÁLCULO SAÍDA DE EMERGENCIA

**DATA:** SETEMBRO DE 2022

**CLIENTE:** EMEF EDMUNDO KERN

**ENDEREÇO:** RUA ESTÂNCIA VELHA, Nº542 – PORTÃO VELHO, PORTÃO-RS.

**ASSUNTO** : SAÍDA DE EMERGENCIA

---

SALATIEL D. KERNE  
CREA.: 25739 – D/A  
CAU.: 189016-6

## Memorial de cálculo

### 1. CÁLCULO DAS PASSAGENS DE SAÍDA DE EMERGÊNCIA.

1

Para o cálculo da largura das saídas de emergência, obrigatórias em todas as edificações, é adotada a fórmula e requisitos previstos no item 4.4.1.2 da NBR 9077/2001.

Para o cálculo de público presente na edificação, apresentamos da seguinte forma:

#### 1.1. QUADRA POLIESPORTIVA

A edificação Quadra poliesportiva é constituída por um único bloco de um pavimento e uma área técnica para alocação do reservatório e o sistema da bomba do PSCIP. A edificação não possui população fixa.

Este pavimento é destinado à prática de esportes coletivos, com pequena arquibancada para acomodação de alunos.

O cálculo da capacidade de lotação foi definido conforme os critérios da recomendação normativa (NBR9077 e RTCBMRS Nº11), sendo consideradas as áreas de arquibancada e área útil da quadra.

As áreas de vestiários e circulação não foram contabilizadas para este cálculo.

Ambiente	Área	Ocupação	População
Arquibancada 01	59,32	1 : 0,5m <sup>2</sup>	119
Arquibancada 02**	52,32	1 : 0,5m <sup>2</sup>	112
Quadra de esporte	382,52	1 : 1,5m <sup>2</sup>	255
<b>Total</b>			<b>486</b>

\* \* A arquibancada 02 possui 07 lugares destinados à PCR, já somados à população do local.

- PORTAS E ACESSOS



Conforme a Tabela 5 da NBR 9077/2001, temos que, a capacidade da unidade de passagem é de 100 pessoas por minuto. Para o cálculo de acessos

Para esses dados, nossa unidade de passagem será de:

$$N = P/C \Rightarrow N = 486 / 100 = 4,86 \text{ UP}$$

Transformando as unidades de passagem para metros, sendo cada unidade equivalente a 0,55 m de passagem, temos:

$$5 \times 0,55 = 2,75 \text{ m}$$

O local atende esta unidade de passagem. A edificação possui duas saídas com largura de 2,5m cada, totalizando 5,0 m para saídas de emergência.



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## **PPCI – MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO E PÂNICO**

**DATA:** JANEIRO DE 2023

**CLIENTE:** QUADRA POLIESPORTIVA EMEF EDMUNDO KERN –  
PORTÃO – RIO GRANDE DO SUL

**ENDEREÇO:** RUA ESTÂNCIA VELHA, Nº542 – PORTÃO VELHO,  
PORTÃO-RS

**CONTEÚDO:** MEMORIAL DESCRITIVO DO PPCI



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## SUMÁRIO

1. OBJETIVO .....	2
2. DADOS DO EMPREENDIMENTO .....	3
3. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO .....	4
4. CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO .....	5
4.1. IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO .....	5
4.2. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO .....	5
4.3. MEDIDAS DE PROTEÇÃO .....	5
4.4. CARGA DE INCÊNDIO .....	6
5. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS .....	7
5.1. ACESSO DE VIATURA .....	7
5.2. BRIGADA DE INCÊNDIO .....	7
5.3. CONTROLE DE MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO - CMAR .....	7
5.1. SISTEMA PREVENTIVO POR EXTINTORES .....	7
5.2. HIDRÁULICO PREVENTIVO .....	8
5.3. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	8
5.4. SAÍDAS DE EMERGÊNCIA .....	8
5.5. SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA .....	9
5.6. PROTEÇÃO ESTRUTURAL .....	9
5.7. SISTEMA DE ALARME .....	10
5.7.1. ACIONADORES .....	10
5.7.2. CENTRAL DE ALARME .....	10
5.7.3. ELETRODUTOS E CABEAMENTO .....	11
5.8. SISTEMA DE MANGOTINHOS .....	13





**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

5.8.1.	TUBULAÇÃO E CONEXÕES .....	13
5.8.1.1.	PINTURA DA TUBULAÇÃO .....	13
5.8.2.	VÁLVULAS E ACESSÓRIOS .....	15
5.8.3.	BOMBAS.....	15
5.8.4.	RESERVA TÉCNICA .....	16



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## 1. OBJETIVO

Este projeto destina-se a adequação das instalações de prevenção e combate a incêndio e pânico de uma Edificação – Quadra esportiva. As medidas de segurança definidas para este projeto são descritas neste documento.

2



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## 2. DADOS DO EMPREENDIMENTO

Trata-se de uma edificação do tipo Locais de reunião de público – Ginásio.

Nome: Quadra Poliesportiva EMEF Edmundo Kern/ Portão-RS.

– Localização: Rua Estância Velha, Nº542 – Portão Velho, Portão-RS.

– Descrição: Trata-se de uma edificação térrea.

3



### 3. LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

A legislação adotada para a elaboração do projeto de prevenção e combate a incêndio da Quadra EMEF Edmundo Kern é definida pelo CBMRS, em sua forma atualizada, conforme descrito:

- DECRETO N.º 51.803, DE 10 DE SETEMBRO DE 2014
- Normas técnicas disponibilizadas em formato digital pelo CBMRS;
  - RT 05-2016 - PARTE 1.1 - PROCESSO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO: PLANO SIMPLIFICADO DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO - PSPCI
  - RT 05-2016 - PARTE 08 - SIMBOLOS GRÁFICOS
  - IT 06-2019 - ACESSO DE VIATURA NA EDIFICAÇÃO E ÁREAS DE RISCO
  - IT 08-2019 - SEGURANÇA ESTRUTURAL CONTRA INCÊNDIO
  - IT 10-2019 - CONTROLE DE MATREIAL DE ACABAMENTO E DE REVESTIMENTO
  - IT 11-2016 - PARTE 01 - SAÍDAS DE EMERGÊNCIA
  - RT 03-2016 - CARGA DE INCÊNDIO
  - RT 15-2022 - BRIGADA DE INCÊNDIO
  - RT 12-2021 - SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA
  - RT 14-2016 - EXTINTORES DE INCÊNDIO
- ABNT NBR 17240 - SISTEMAS DE DETECÇÃO E ALARME DE INCÊNDIO
- ABNT NBR 10898 - SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
- ABNT NBR 13714 - SISTEMAS DE HIDRANTES E DE MANGOTINHOS PARA COMBATE A INCÊNDIO.



## 4. CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

### 4.1. IDENTIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

- Nome: Quadra Poliesportiva EMEF Edmundo Kern
- Área total construída: 908,97m<sup>2</sup>

### 4.2. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A classificação da edificação foi definida conforme estabelecido pela Decreto N.º 51.803, Anexo Único, Tabela 1, de acordo com o uso predominante.

Foi definida a classificação predominante:

<b>GRUPO</b>	F
<b>USO/ OCUPAÇÃO</b>	LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO
<b>DIVISÃO</b>	F-3
<b>DESCRIÇÃO</b>	CENTRO ESPORTIVO E DE EXIBIÇÃO
<b>DESTINAÇÃO</b>	GINÁSIO

### 4.3. MEDIDAS DE PROTEÇÃO

As medidas de proteção adotadas para este projeto foram definidas conforme estabelecido pela Decreto N.º 51.803, Tabela 5.

Foram definidas as medidas de proteção:



<b>Grupo de ocupação e uso</b>	<b>GRUPO F – LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO</b>	
<b>Divisão</b>	<b>F-3</b>	
<b>Medidas de segurança Contra Incêndio</b>	<b>Instrução Normativa</b>	<b>Classificação quanto à altura (em metros)</b>
		térrea
<b>Acesso de viatura na edificação</b>	IT06	Sim
<b>Alarme de incêndio</b>	ABNT NBR 17240	Sim
<b>Brigada de incêndio</b>	RT15	Sim
<b>Controle de materiais de acabamento</b>	IT10	Sim
<b>Extintores</b>	RT14	Sim
<b>Hidráulico preventivo</b>	ABNT NBR 13714	Sim
<b>Iluminação de emergência</b>	ABNT NBR 10898	Sim
<b>Saídas de emergência</b>	RT11	Sim
<b>Sinalização para abandono de local</b>	RT12	Sim
<b>Proteção estrutural (TRRF)</b>	IT08	Sim

#### 4.4. CARGA DE INCÊNDIO

A classificação da carga de incêndio foi definida de acordo com o estabelecido pela Decreto N.º 51.803, Anexo Único, Tabela 3.1, que especifica a carga de incêndio em 300MJ/M<sup>2</sup>. O Decreto N.º 51.803, Tabela 3, classifica edificações com carga de incêndio até 300 como risco baixo, adotado para a classificação de risco desta edificação.



## 5. DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS

### 5.1. ACESSO DE VIATURA

A edificação o acesso de viatura por via pública.

7

### 5.2. BRIGADA DE INCÊNDIO

O cálculo para dimensionamento da brigada de incêndio considera apenas a população fixa da edificação. O dimensionamento deve ser conforme memorial de cálculo de brigada, apresentado em anexo ao projeto técnico de combate a incêndio e pânico.

### 5.3. CONTROLE DE MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO - CMAR

O controle de material de acabamento e revestimentos deverá estar em conformidade com o disposto na IT10, Anexo B, Tabela B1. O detalhamento do CMAR é apresentado em projeto técnico na prancha de cortes e vistas.

### 5.1. SISTEMA PREVENTIVO POR EXTINTORES

Para este projeto foram definidos extintores portáteis, do tipo PQS – ABC, 4kg, com capacidade extintora mínima a ser admitida de 2A-20B:C (podendo variar até 4A-40B:C de acordo com Marca/ Fabricante).



IMAGEM 1 – Extintor Portátil ABC 4kg (2A:20B:C).



IMAGEM 2 – Suporte de parede modelo universal para extintor de incêndio.

## 5.2. HIDRÁULICO PREVENTIVO

O sistema hidráulico preventivo é composto por reservatório localizado ao nível da área técnica e mangotinhos de parede.

A tubulação adotada é de aço galvanizado, com diâmetro de 65mm, pintadas na cor vermelha em locais que forem aparentes.

O SHP deve ser do tipo 3, conforme estabelecido pela ABNT NBR 13714, Tabela 1. As mangueiras deverão ser do tipo semi rígida, com diâmetro de 40mm, esguicho tipo regulável.

## 5.3. ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O sistema de iluminação de emergência atende os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR10.898. É composto por luminárias do tipo bloco autônomo, de sobrepor, de 2 modelos diferentes, conforme aplicação e funcionalidade, todos os modelos devem possuir bateria interna.

A altura de instalação de cada luminária, tipo e local é apresentada em projeto.



*IMAGEM 3 – Luminária de emergência  
1200 lúmens com 2 faróis, bivolt.*



*IMAGEM 4 – Luminária de emergência  
60 led's, bivolt*

## 5.4. SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

As saídas de emergência foram dimensionadas considerando a capacidade máxima de lotação da edificação, conforme disposto na RT11 e conforme memorial de cálculo de saídas de emergência apresentado em anexo ao projeto técnico. As portas deverão ser providas de barra anti pânico, conforme indicação de projeto.



## 5.5. SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

O sistema de sinalização de abandono de local atende os requisitos estabelecidos pela RT12.

As placas que compõe o sistema de sinalização deverão ser do tipo fotoluminescente. A distribuição e as dimensões das placas devem estar de acordo com o detalhamento de projeto.

As placas devem conter a indicação do fabricante (nome ou CNPJ), intensidade luminosa, tempo de atenuação, cores da fotoluminescência e cor durante a excitação.



IMAGEM 5 - Placa de sinalização.

- Referência
- Intensidade luminosa
- Tempo de decaimento
- K - Cor da fotoluminescência  
W - Cor durante o período de autonomia
- Cnpj do fabricante

## 5.6. PROTEÇÃO ESTRUTURAL

O tempo de resistência ao fogo da edificação atende aos requisitos da IT08.

## 5.7. SISTEMA DE ALARME

O sistema de detecção e alarme é composto por uma central de alarme convencional e acionadores manuais com sirene. Os acionadores deverão ser interligados a central de alarme por meio de eletrodutos.

O sistema de alarme deverá ser testado após a instalação de modo que possa ser verificado o funcionamento das sirenes, fiação e botoeiras.

### 5.7.1. ACIONADORES

Os acionadores serão do tipo convencional, com sirene.

O modelo com sirene deve ser de sobrepor, do tipo aperte o botão, rearmável.

O acionador de bomba de incêndio deve ser do tipo interruptor elétrico, com o pressionamento do botão frontal do acionador manual



IMAGEM 6 - Botoeira de Alarme de Incêndio Convencional



IMAGEM 7 - Sirene audiovisual

### 5.7.2. CENTRAL DE ALARME

A central de alarme deverá ser do tipo convencional, de seis setores/ laços, com limite de até 20 dispositivos por setor.

A central deverá possuir indicadores led de funcionamento e grau mínimo de proteção IP20.

A instalação deverá ser feita por profissional especializado (eletrotécnico e auxiliar e eletrotécnico).

A ligação dos laços e bornes deverá ser feita conforme o manual técnico do produto. Cada laço poderá conter até 20 dispositivos e a distribuição deverá seguir o projeto. A central possui portas independentes para os sistemas de acionamento e sinalização. As portas identificadas como “laço” são utilizadas para interligar o sistema de acionamento, as portas identificadas como “sirenes” são utilizadas para interligar o sistema de sinalização.

11

O produto deverá ser fixado com os acessórios que o acompanham (buchas e parafusos). Para a execução dos furos da parede, deverá ser utilizado o gabarito fornecido pelo fabricante. Após o encaixe das buchas e parafusos nos furos da parede, a central deve ser encaixada nos locais indicados. Após o encaixe da central, o local de acesso dos cabos e eletrodutos deverá ser verificado e marcado.

A placa possui identificação dos locais para ligação dos bornes.



*IMAGEM 8 – Central de alarme convencional.*

### 5.7.3. ELETRODUTOS E CABEAMENTO

A infraestrutura para o sistema é composta de eletrodutos em pvc antichama de bitola indicada em projeto dispostos de forma aparente e/ou embutidos no forro. Os eletrodutos devem ser da cor vermelha e devem ser dedicados de uso exclusivo para passagem de cabeamento do sistema de alarme.

Todas as conexões de eletrodutos às caixas de derivação (condutores) deverão ser por rosqueamento dos eletrodutos.



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

As derivações ou mudanças de direção deverão ser executadas somente por meio das caixas de derivação e passagem. Será permitida a utilização de até uma curva de raio longo entre caixas.

Todos os eletrodutos do sistema de alarme deverão ser identificados na cor vermelho segurança (mesma cor da tubulação de incêndio). A identificação poderá ser realizada em anéis pintados ou fitados na cor vermelho segurança, de 10cm a 20 cm com espaçamento de até 1metro.

Os eletrodutos serão instalados no entreferro e aparentes, conforme especificação de projeto. Os eletrodutos e acessórios podem ser em PVC rígido anti chama ou galvanizados.

Os cabos utilizados para o sistema de alarme deverão ser exclusivos para esta finalidade, com capa na cor vermelha, não podendo em nenhuma situação sofrer emendas ou nós.

Os laços deverão ser únicos e contínuos, dessa forma para melhor execução do sistema, recomenda-se a medição dos comprimentos dos cabos. A fiação utilizada deverá ser de cabos blindados, com seção de  $1,5\text{mm}^2$ .

Todos os cabos utilizados devem possuir o sistema de blindagem devidamente aterrados. As emendas do cabeamento devem ser feitas nos próprios dispositivos. Os cabos deverão ocupar no máximo 70% da área útil do eletroduto.



*IMAGEM 8 - cabo blindado para alarme de incêndio  $2 \times 1,5\text{mm}^2$*



*IMAGEM 9 - Eletroduto em PCV rígido antichama para sistema de alarme*



*IMAGEM 10 - Condulete para sistema de alarme*

## 5.8. SISTEMA DE MANGOTINHOS

O sistema de hidrantes é composto por dois (02) mangotinhos. O cálculo do sistema foi elaborado considerando o funcionamento simultâneo dos dois mangotinhos mais desfavoráveis

As caixas de abrigo dos mangotinhos deverão ser do tipo sobrepor com dimensões 70x70x17 em aço carbono, pintadas na cor vermelho segurança, com tratamento anticorrosivo. Devem possuir 01 (uma) cesta ou suporte para mangueiras, 01 (um) visor em acrílico transparente, abertura tipo veneziana para ventilação na porta e fechamento por trinco.

Os abrigos deverão conter um conjunto de mangueiras de 30m de comprimento, 01 (um) carretel, 01 (um) esguicho regulável 1”.

A mangueira deverá ser do semirrígida, com 30 metros de comprimento e diâmetro 1”, na cor branca.



*IMAGEM 9 - Abrigo para Hidrante.*



*IMAGEM 10 – Mangueira tipo semirrígida.*



*IMAGEM 11 -Esguicho regulável.*

### 5.8.1. TUBULAÇÃO E CONEXÕES

A tubulação do sistema de mangotinhos e de recalque deverá ser de aço galvanizado. Os diâmetros aplicados deverão estar de acordo com a especificação de projeto.

#### 5.8.1.1. PINTURA DA TUBULAÇÃO

A tubulação de incêndio deverá ser pintada em sua totalidade na cor vermelho (Vermelho de Segurança).



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

Todas as redes de tubulações depois de instaladas deverão ser protegidas com uma demão de fundo anticorrosivo. A pintura deverá ser feita com o mínimo de duas camadas de tinta. A pintura não deverá apresentar falhas ou irregularidades.

14

As tintas deverão ser aplicadas com material adequado, como trincha, rolo ou pistola, considerando as condições do objeto a ser pintado, do sistema de pintura adotado e das condições atmosféricas.

Antes de iniciar a pintura, toda poeira deverá ser removida com escova de nylon ou pano seco limpo, antes da aplicação de qualquer produto. Os equipamentos, quando necessário, só poderão ser pintados após o término dos testes hidrostáticos e inspeção.

Toda a pintura deverá ser feita cuidadosamente, por profissional experiente e deverá ser aplicado de maneira a evitar respingos, corredeiras, excesso, rugosidade e com espessura uniforme de película.

É recomendável executar a pintura de acabamento externo somente após das realizações dos testes de estanqueidade e de pressão de trabalho.

Deverá ser providenciada total proteção a todos os equipamentos, paredes, pisos, tetos e outras superfícies possíveis de sofrer danos devido à ação do processo de preparo e retoques pertinentes à pintura.



*IMAGEM 12 – Tubo de aço galvanizado.*



*IMAGEM 13 – Cotovelo de aço galvanizado.*



*IMAGEM 14 - Tê de aço galvanizado.*



*IMAGEM 15 - Luva de aço galvanizado.*



*IMAGEM 16 – Tê de redução de aço galvanizado.*



*IMAGEM 17 – Tubulação pintada na cor vermelho segurança.*

15

### 5.8.2. VÁLVULAS E ACESSÓRIOS

#### I. Válvulas de retenção vertical e horizontal

Deverão ser instaladas na entrada e saída das bombas de incêndio, com a função de permitir o fluxo de água em um único sentido.

#### II. Registro de gaveta

O registro de gaveta deverá ser instalado nas linhas de sucção e de recalque do sistema, com a função de interromper a passagem de água.

#### III. União

Deverá ser instalado uma união no bocal de sucção e de recalque, com a função de facilitar a remoção da bomba se necessário.



*IMAGEM 18 - Válvula de retenção vertical*



*IMAGEM 19 - Válvula de retenção horizontal*



*IMAGEM 20 - Registro de gaveta*

### 5.8.3. BOMBAS

O sistema de hidrantes deverá ser instalado conforme projeto técnico.



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

#### 5.8.4. RESERVA TÉCNICA

O reservatório de incêndio conforme especificado no projeto.





**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## MEMORIAL DE CÁLCULO DE BRIGADA DE INCÊNDIO

1

**DATA:** SETEMBRO DE 2022

**CLIENTE:** EMEF EDMUNDO KERN

**ENDEREÇO:** RUA ESTÂNCIA VELHA, Nº542 – PORTÃO VELHO, PORTÃO/RS.

**ASSUNTO** : BRIGADA DE INCÊNDIO

SALATIEL D. KERNE  
CREA.: 25739 – D/A  
CAU.: 189016-6

## 1. CÁLCULO DA BRIGADA DE INCÊNDIO

### 1.1. OBJETIVO

Definição do número mínimo de brigadistas por setor, contemplando todas as atividades da edificação, sejam diurnas e noturnas, quando houver.

### 1.2. COMPOSIÇÃO E CÁLCULO

A composição da brigada contempla a participação de pessoas de todos os setores, sendo o cálculo da brigada de incêndio realizada de acordo com a **RTCBMRS Nº 15 – Parte 01** do corpo de bombeiros.

Os cálculos descritos a seguir foram elaborados conforme o Anexo A, de acordo com a tabela 1 e tabela 3 e suas especificações.

Trata-se de uma edificação de divisão F-3, com área construída maior que 750,0m<sup>2</sup> e altura inferior a 12m.

Para o cálculo de brigada de incêndio foi considerada a população fixa da edificação.

GRUPO/DIVISÃO OCUPAÇÃO/USO	NÍVEL DE TREINAMENTO (Ver anexos "D" e "E")	GRAU DE RISCO DE INCÊNDIO	NÚMERO MÍNIMO DE BRIGADISTAS
Qualquer grupo / divisão sem população fixa ou flutuante, cujo acesso seja restrito apenas para manutenção esporádica	-	Baixo, Médio ou Alto	00
Qualquer grupo / divisão com população fixa de 01 pessoa por turno de funcionamento	Conforme o grupo, divisão, ocupação ou uso	Baixo, Médio ou Alto	01
A	Básico 2	Baixo	01 a cada 750m <sup>2</sup> (ver nota geral "b") (Q)
B, C, D, E, F, G, H, I-1, I-2, J-1, J-2, J-3, M-3, M-4, M-5 <sup>1</sup> , M-6 e M-7	Intermediário	Baixo	02 a cada 750m <sup>2</sup> (ver nota geral "b") (Q)
		Médio ou Alto	
I-3, J-4, L, M-1 <sup>2</sup> , M-2 e M-5 <sup>3</sup>	Avançado	Médio	03 a cada 750m <sup>2</sup> (ver nota geral "b") (Q)
		Alto	
F-7	Consultar a Resolução Técnica CBMRS n.º 05, Partes 4-A, 4-B e 4-C/2017, e suas alterações		

Aplicando a fórmula do item b, temos:

$$N = ((X - 1) * Q) + 2$$



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

Sendo:

$$X = \frac{908,97}{750}$$

$$X = 1,21196 \cong 2$$

Logo, temos:

$$N = ((2 - 1) * 1) + 2$$

$$N = ((1) * 1) + 2$$

$$N = (1) + 2 = 3 \text{ brigadistas}$$

Total de brigadistas por turno de trabalho = 03 brigadistas.

## MEMORIAL DE CALCULO DO SISTEMA DE HIDRANTES

End: RUA ESTANCIA VELHA	Risco: Baixo	Município: PORTAO - RS
Ocupação: F-3		Número de hidrantes:
Proprietário: ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL EDMUNDO KERN		
Resp Técnico: SALATIEL D. KERNE		CREA: 25739-AM

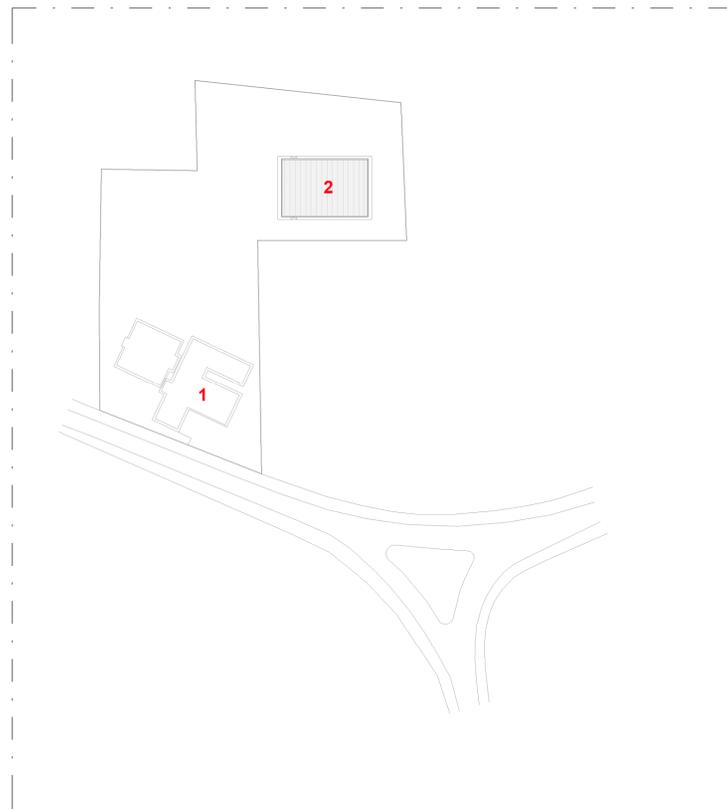
Sistema tipo: 1				
Ø mangueira (mm): 38	$C_{mang} = 140$	Tubo: aço galvanizado	$C_{tubo} = 120$	Esguicho regulável

Trecho	Vazão lpm	P <sub>válvula</sub> mca	Perda de carga (tubulação)							elevação m	v (m/s)	P <sub>montante</sub> mca
			D (mm)	L <sub>real</sub>	L <sub>virtual</sub>	L <sub>total</sub>	C tubo =	J <sub>unit</sub>	J <sub>total</sub>			
H1-A	100	80,00	65	1,96	10,90	12,86	120	0,006	0,08	-1,72	0,502	78,37
H2-A	100	80,00	65	20,99	12,90	33,89	120	0,006	0,22	-1,71	0,502	78,51
B-A	200	78,51	65	4,45	21,40	25,85	120	0,023	0,60	-0,41	1,005	78,70
BI-RI	<b>200</b>	<b>78,70</b>	80	6,52	21,60	28,12	120	0,008	0,24	0,00	0,663	<b>78,93</b>

J total	NPSH
0,50	9,09

<b>Bomba de Incêndio e RTI</b>			
<b>H<sub>man</sub> =</b>	<b>78,93</b>	mca	
<b>Vazão =</b>	<b>200</b>	l/min	( 12,0 m <sup>3</sup> /h)
<b>Pot =</b>	<b>7,8</b>	cv	
<b>Reserva Técnica de Incêndio</b>			
	(X)	elevado	<b>Volume: 12 m<sup>3</sup></b>
	( )	subterrâneo	
	( )	ao nível do solo	

Eng. SALATIEL D. KERNE  
 CREA 25739 D-AM  
 Responsável Técnico



01 IMPLANTAÇÃO  
ESCALA 1:1500

LEGENDA	
1	EDIFICAÇÃO EXISTENTE
2	QUADRA POLIESPORTIVA COBERTA

GRUPO	OCUPAÇÃO	DIVISÃO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS	
F	Locais de reunião de público	9101-5/00	F-1	2000	Atividades de bibliotecas e arquivos
		9102-3/01	F-1	450	Atividades de museus e de exploração de lugares e prédios históricos e atrações similares
		9491-0/00	F-2	300	Atividades de organizações religiosas
		9311-5/00	F-3	300	Gestão de instalações de esportes
		9319-1/01	F-3	300	Produção e promoção de eventos esportivos
		9319-1/99	F-3	300	Outras atividades esportivas não especificadas anteriormente
		9001-9/05	F-3	500	Produção de espetáculos de rodeios, vaquejadas e similares
		9200-3/02	F-3	150	Exploração de apostas em corridas de cavalos
		5222-2/00	F-4	200	Terminais rodoviários e ferroviários
		5914-6/00	F-5	600	Atividades de exibição cinematográfica
		9001-9/01	F-5	600	Produção teatral
		9001-9/02	F-5	600	Produção musical
		9001-9/03	F-5	600	Produção de espetáculos de dança
		9001-9/99	F-5	600	Artes cênicas, espetáculos e atividades complementares não especificadas anteriormente
		9003-5/00	F-5	600	Gestão de espaços para artes cênicas, espetáculos e outras atividades artísticas
		8230-0/02	F-6	600	Casas de festas e eventos
		9329-8/01	F-6	600	Discotecas, dançeterias, salões de dança e similares
		9329-8/02	F-6	600	Exploração de boliches
		9329-8/03	F-6	600	Exploração de jogos de sinuca, bilhar e similares
		9329-8/04	F-6	450	Exploração de jogos eletrônicos recreativos
9001-9/04	F-7	500	Produção de espetáculos circenses, de marionetes e similares		
5611-2/01	F-8	450	Restaurantes e similares		
5611-2/02	F-8	450	Bares e outros estabelecimentos		
5611-2/03	F-8	450	Lanchonetes, casas de chá, de sucos e similares		
5620-1/01	F-8	450	Fornecimento de alimentos preparados preponderantemente para empresas		
5620-1/02	F-8	450	Serviços de alimentação para eventos e recepções - bufê		

03 CARGA DE INCÊNDIO  
ESCALA: Sem

INFORMATIVO MEDIDAS DE SEGURANÇA				
PROJETO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO (PSCIP)				
Acesso de Viaturas	Conforme IT CBPMESP Nº 06/2019			
Segurança Estrutural contra Incêndio	Conforme IT CBPMESP Nº 08/2019			
Saídas de Emergência	Conforme RT CBMRS Nº 11			
Plano de Intervenção de Incêndio	Conforme ABNT NBR 15219			
Brigada de Incêndio	Conforme RT CBMRS Nº 15/BM-CCB/2009			
Iluminação de Emergência	Conforme ABNT NBR 10898			
Alarme de Incêndio	Conforme ABNT NBR 17240			
Sinalização de Emergência	Conforme RT CBMRS Nº 12			
Extintores	Conforme RT CBMRS Nº 14			
Hidrantes e Mangotinhos	Conforme ABNT NBR 13714			
Controle de Materiais de Acabamento e de Revestimento	Conforme IT CBPMESP Nº 10/2019			
CLASSIFICAÇÃO DECRETO ESTADUAL 51.803				
GRUPO	OCUPAÇÃO	DIVISÃO	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
F	Locais de reunião de público	F-3	Centro esportivo e de exibição	Arenas em geral, estádios, ginásios, piscinas, rodeios, autódromos, sambódromos, pista de patinação e assemelhados. Todos com arquibancadas
CARGA DE INCÊNDIO - DECRETO 51803				
OCUPAÇÃO/USO	DESCRIÇÃO	DIVISÃO	CARGA DE INCÊNDIO EM MJ/M²	
Locais de reunião de público	Centro esportivo e de exibição	F-3	300	
CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO QUANTO A CARGA DE INCENDIO				
RISCO		CARGA DE INCÊNDIO EM MJ/M²		
Baixo		300		
CONTROLE DE MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO				
PISO	acabamento	CLASSE I		
	revestimento			
PAREDE	acabamento	CLASSE I		
	revestimento			
TETO E FORRO	acabamento	CLASSE I		

QUADRO DE ÁREAS	
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	
EDIFICAÇÃO	ÁREA (m²)
CIRCULAÇÃO + ARQUIBANCADAS	268,85m²
DEPÓSITO	9,44m²
QUADRA POLIESPORTIVA	508,15m²
VESTIÁRIO FEMININO	31,60m²
VESTIÁRIO MASCULINO	35,41m²
ÁREA TÉCNICA	55,52m²
<b>TOTAL</b>	<b>908,97m²</b>



02 LOCAÇÃO  
ESCALA 1:75

## PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

REV 01

CONTRATANTE: \_\_\_\_\_  
EMEF. EDMUNDO KERN

AUTOR DO PROJETO: \_\_\_\_\_  
RRT:12544623  
SALATIEL D. KERNE  
ENG. CIVIL (ARQUITETO & URBANISTA)  
CREA Nº 25738 - 03/AM  
CAU Nº 189016-6

RESPONSÁVEL OBRA: \_\_\_\_\_

REVISÕES			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
	07/2022	EMISSION INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	MANOELA BATISTA
00	09/2022	EMISSION PROJETO BÁSICO	MANOELA BATISTA
01	11/2022	EMISSION PROJETO EXECUTIVO	MANOELA BATISTA
	01/2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	MANOELA BATISTA

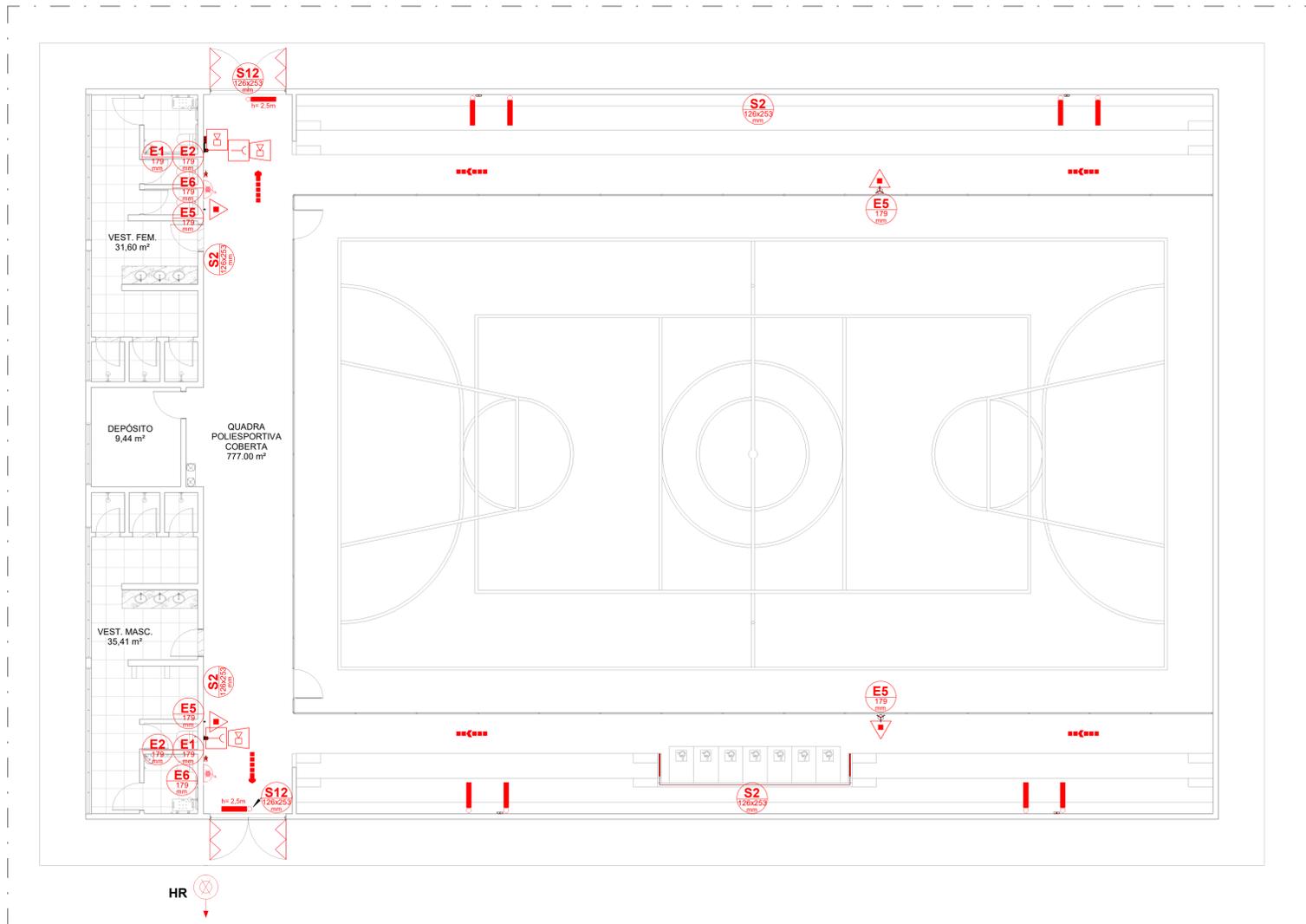
CONTEÚDO IMPLANTAÇÃO

FOLHA 01/07

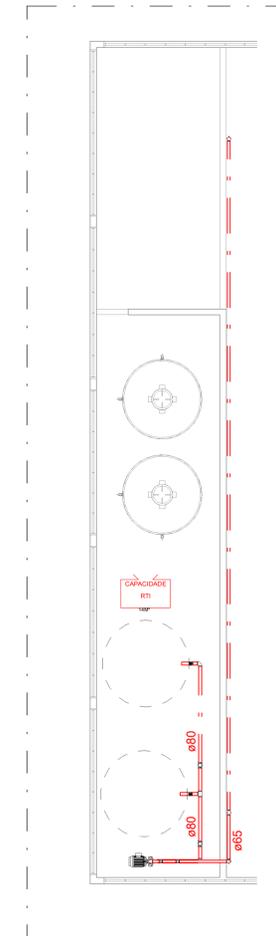
**M MULTIPRO**  
CONSULTORIAS E PROJETOS

ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE BORGOMINI, Nº 290 - SALA 03, FLORES II MANAUS - AM  
CONTATOS: (93)302-1911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

OBRA: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA  
LOCAL: R. Estância Velha, 542, Portão Velho, PORTÃO - RS  
DESENHO: MANOELA BATISTA  
DATA: NOVEMBRO/2022  
ESCALA DO DESENHO: INDICADA  
INDICADA: INDICADA  
ARQUIVO: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA-REV01



01 PLANTA BAIXA - TÉRREO  
ESCALA 1:100



02 ÁREA TÉCNICA  
ESCALA 1:100

**Notas:**  
Luminárias autônomas com faróis estão à 3,90 m da arquibancada  
Em atendimento ao anexo D, item D. e da NBR 13714, o sistema do Tipo 1 (MANGOTINHOS) deve ser dotado de pontos de tomada de água de engate rápido para mangueiras de 40mm, conforme apresentado nesse projeto

LEGENDA / SIMBOLOGIA	
	EXTINTOR COM CARGA DE PÓ ABC
	SINALIZAÇÃO DE EMERGENCIA
	TUBULACAO DE HIDRANTES
	MANGOTINHO
	CENTRAL DE ALARME
	ACIONADOR MANUAL DA BOMBA INCENDIO
	ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA
	ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA COM 2 FÁROIS: 1200 Lúmens
	DIREÇÃO DE FLUXO DA ROTA DE FUGA
	SAÍDA FINAL DA ROTA DE FUGA
	COMANDO MANUAL DE ALARME DE INCENDIO
	AVISADOR SONORO

03 - ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA	
QTD.	DESCRIÇÃO
4	Luminária de emergência LED 1200 lúmens com 2 faróis - 250m²
2	NBR 10898 - Sistema de iluminação de emergência
2	Luminária - Parede - 60 LEDs 240 Lúmens

04 - EXTINTOR DE INCENDIO			
QTD.	Carga	Carga Nominal	Capacidade Extintora
2	Carga de Pó ABC	4Kg	2A:20B:C
2	Carga de Pó ABC	4KG	2A:20B:C

Sinalização PSCIP - Térreo			
QTD.	CÓD.	DESCRIÇÃO	DIMENSÕES (mm)
3	Sinalização de Orientação e Salvamento		
2	S2	Saída de emergência	126X253
2	S2	Saída de emergência	126X253
2	S12	Saída de emergência	126X253
4	Sinalização de Equipamentos de Combate a Incêndio e Alarme		
2	E1	Alarme sonoro	179
2	E2	Comando manual de alarme de incêndio	179
4	E5	Extintor de incêndio	179
2	E6	Mangotinho	179

BARRA ANTI PÂNICO	
Contagem	Comentários
4	Barra Anti Pânico modelo push

## PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

REV 01

CONTRATANTE: EMEF EDMUNDO KERN  
 AUTOR DO PROJETO: *Salatiel D. Kern*  
 RRT:12544623  
 SALATIEL D. KERN  
 ENG. CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
 CREA Nº 25736 - 03/AM  
 CAU Nº 189016-6  
 RESPONSÁVEL OBRA:

REVISÕES			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
00	07/2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	MANOELA BATISTA
01	09/2022	EMISSÃO PROJETO BÁSICO	MANOELA BATISTA
02	11/2022	EMISSÃO PROJETO EXECUTIVO	MANOELA BATISTA
03	01/2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	MANOELA BATISTA

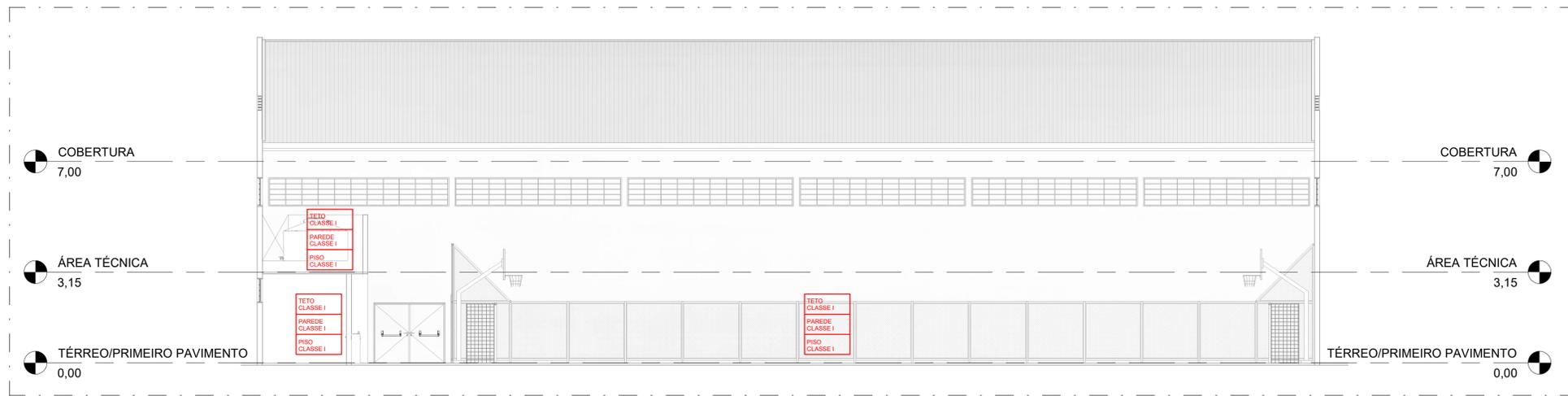
CONTEÚDO  
PLANTA BAIXA - EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA - TÉRREO

FOLHA  
02/07

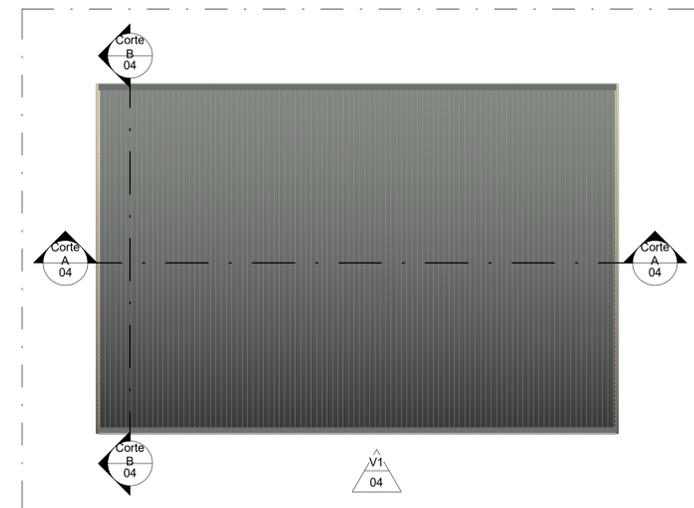
**M MULTIPRO**  
CONSULTORIAS E PROJETOS  
 CNPJ: 32.184.073/0001-77  
 ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERGIOPIM, Nº 290 - SALA 03, FLORES II MANAUS - AM  
 CONTATOS: (06)3021-8911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

OBRA: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA  
 LOCAL: R. Estância Velha, 542, Portão Velho, PORTÃO - RS  
 DESENHO: MANOELA BATISTA  
 DATA: NOVEMBRO/2022  
 ESCALA DO DESENHO: INDICADA  
 ARQUIVO: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA-REV01

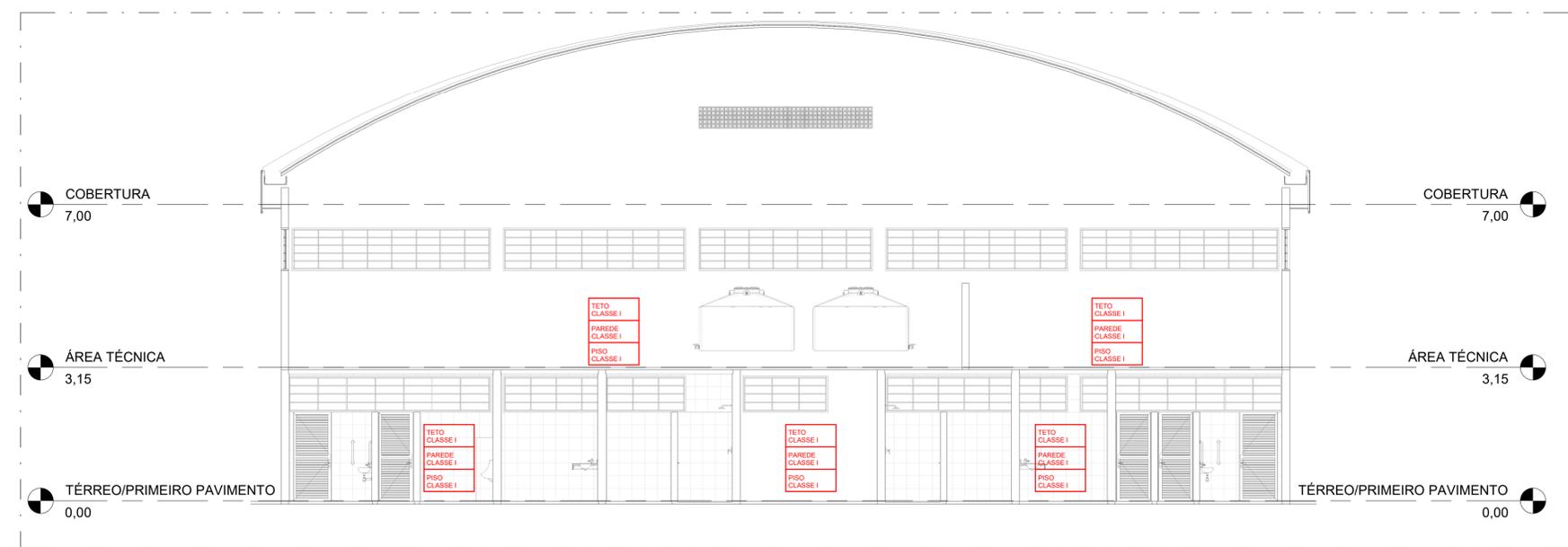




01 CORTE AA  
ESCALA 1:100



04 PLANTA DE INDICAÇÃO  
ESCALA 1:250



02 CORTE BB  
ESCALA 1:75

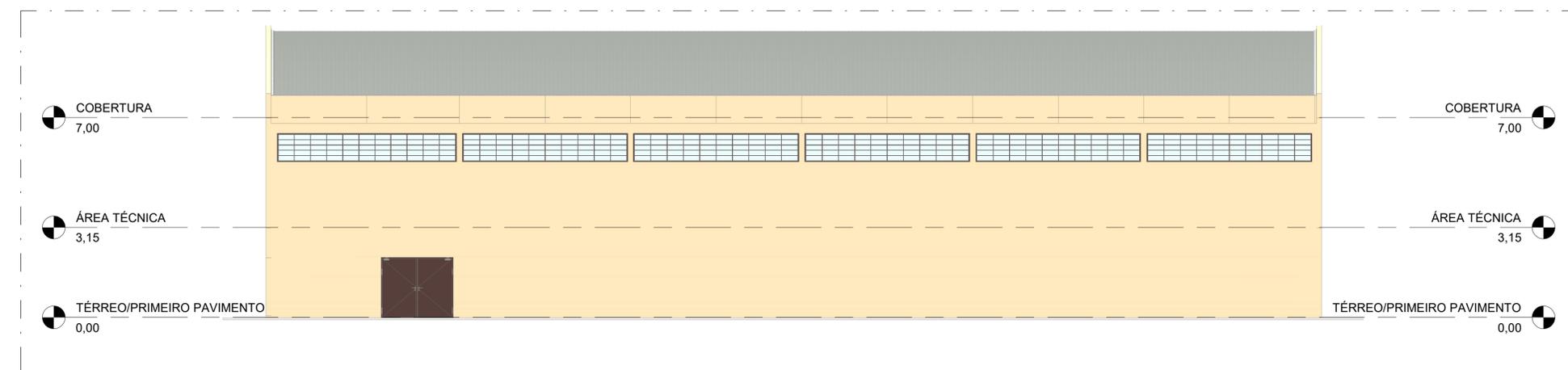
**CONTROLE DE MATERIAL DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO**

PISO  
VEST. FEM., VEST. MASC., DEPÓSITO, QUADRA POLIESPSPORTIVA, ÁREA TÉCNICA..... CLASSE I

PAREDES ALVENARIA  
VEST. FEM., VEST. MASC., DEPÓSITO, QUADRA POLIESPSPORTIVA, ÁREA TÉCNICA..... CLASSE I

TETO  
VEST. FEM., VEST. MASC., DEPÓSITO, QUADRA POLIESPSPORTIVA, ÁREA TÉCNICA..... CLASSE I

COBERTURA METÁLICA..... CLASSE I



03 FACHADA FRONTAL - V1  
ESCALA 1:100

**PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO**

REV 01

CONTRATANTE: EMEF. EDMUNDO KERN

AUTOR DO PROJETO: *Salatiel D. Kerne*  
RRT:12544623 SALATIEL D. KERNE  
ENG. CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA Nº 25736 - 03/AM  
CAU Nº 189016-6

RESPONSÁVEL OBRA:

REVISÕES			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
	07/2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	MANOELA BATISTA
00	09/2022	EMISSÃO PROJETO BÁSICO	MANOELA BATISTA
	11/2022	EMISSÃO PROJETO EXECUTIVO	MANOELA BATISTA
01	01/2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	MANOELA BATISTA

**CONTEÚDO**  
CONTROLE DE MATERIAL DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO, E VISTA 1 FACHADA

FOLHA 04/07

**M MULTIPRO**  
CONSULTORIAS E PROJETOS

ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERGIOPOLIM, Nº 290 - SALA 03, FLORES II MANAUS - AM  
CONTATOS: (051) 3021-9911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

OBRA: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA  
LOCAL: R. Estância Velha, 542, Portão Velho, PORTÃO - RS  
DESENHO: MANOELA BATISTA  
DATA: NOVEMBRO/2022  
ESCALA DO DESENHO: INDICADA  
ARQUIVO: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA-REV01







### CENTRAL DE ALARME 12V/24V CONVENCIONAL

**VISTA FRONTAL**

**VISTA POSTERIOR**

**VISTA LATERAL**

**DETALHES DE FIXAÇÃO**

A central de alarme de incêndio convencional é um produto compacto e de fácil instalação que permite a reprogramação de sistemas de alarme e detecção de incêndio de forma confiável e segura. O sistema convencional é uma solução que permite monitorar a área delimitada por zonas ou sensores. Em geral, é composto por uma central e detectores e/ou acionadores, cada um cobrindo uma determinada zona. Assim, quando um detector dispara, a central informa qual é a zona em que houve o disparo, mas não possibilita a identificação do ponto exato em que ocorreu o evento. Desta forma, uma zona ou sensor não deve abranger grandes áreas para não dificultar a localização do ponto em alarme.

Indicado para áreas de pequeno e médio porte, esta central de alarme é compatível com dispositivos convencionais de detecção de fumaça, acionadores mecânicos e embotadores automáticos. Ela permite o monitoramento de 8 sensores e cada sensor suporta até 20 dispositivos.

Produto	AS04-24V
Numero de sensores	8 sensores
Tensão de alimentação	Bateria apóscapa 12V/24V
Tensão de operação	27,4V - 27,8V
Topologia	Convencional
Indicadores de modo stand-by	LED verde "Monitoração" - duas vezes ligado
Indicador de alarme	LED vermelho "Sinal de Alarme" - duas vezes ligado
Acionamento de alarme	Pressão no botão "Alarme Geral" por 3 segundos
Corrente em repouso	30 mA
Corrente máxima em alarme	500 mA
Bateria	Chave-bateria selada 12V 1,3Ah (2 Baterias)
Condições de trabalho	0 a 50 °C -95% de umidade
Classe de proteção	IP20
Dimensões (AxBxP)	270 x 200 x 75 mm
Peso	1,1 kg
Garantia	1 ano
Fabricante	Segurmax ou similar

### ACIONADOR MANUAL 12V/24V CONVENCIONAL

**VISTA FRONTAL**

**VISTA POSTERIOR**

**VISTA LATERAL**

**DETALHES DE FIXAÇÃO**

O Acionador Manual com acionador por pressão pode ser resetado com sua chave específica. O produto quando acionado manda um sinal de ocorrência para a central de alarme disparando o sistema de alarme e detecção de incêndio.

ESPECIFICAÇÃO	
Tensão de operação	12 e 24 Vdc
Topologia	Convencional
Indicação de supervisão	LED pisca a cada 4 segundos
Indicação de alarme	LED vermelho ligado
Acionamento	Por pressão / rearmável por chave
Corrente sirene	5 mA (12V) - 10 mA (24V)
Corrente acionador	30 mA(12V) - 40 mA(24V)
Material de fabricação	ABS
Corrente em repouso	200 uA(12V) - 900 uA(24V)
Condições de trabalho	Temperatura: -10 ~ +50 °C Umidade: <95% RH
Grau de proteção	IP20 ou superior

### ACIONADOR DE BOMBA COM BOTÃO LIGA

**VISTA FRONTAL**

**VISTA POSTERIOR**

**VISTA LATERAL**

**BOMBA MONOFÁSICA E CONTATOR FASE + NEUTRO COM CHAVE LIGA**  
(Para detalhar o acionamento deve ser feito diretamente no disjuntor)

**BOMBA TRIFÁSICA E CONTATOR FASE + FASE COM CHAVE LIGA**  
(Para detalhar o acionamento deve ser feito diretamente no disjuntor)

**BOMBA TRIFÁSICA E CONTATOR FASE + NEUTRO COM CHAVE LIGA**  
(Para detalhar o acionamento deve ser feito diretamente no disjuntor)

O Acionador de bomba foi projetado para ligar bombas de bombeamento para proteção de segurança e confiabilidade. Possui uma chave programável de auto reset com capacidade de corrente de 8 A. Em caso de falha, basta clicar no botão com o manuseio e pressionar a chave LIGA.

Produto	2860
Tensão de operação	220 Vdc
Corrente máxima	8 A @ 120V - 8 A @ 250 V
Acionamento	Duplo voto e pressão do botão
Temperatura de operação	0 a 50 °C (sem condensação)
Classe de proteção	IP20
Peso	1,7 kg
Dimensões	110 x 100 x 48,5 mm
Classe	IP20
Fabricação	Plástico ABS, vidro, aço
Garantia	1 ano
Fabricante	Segurmax ou similar

### LUMINÁRIA DE EMERGÊNCIA 1200 LÚMENS

**VISTA FRONTAL**

**VISTA LATERAL**

**DESCRITIVO PARA MEMORIAL**

**Bloco Autônomo 2 faróis 1200lumens**  
Bloco Autônomo com tecnologia a LED de alta potência, contendo dois faróis direcionáveis, fluxo luminoso de 1200 lumens, fabricado em plástico ABS anti-chamas, faróis em ABS com visor em policarbonato, com dissipador de calor para resfriamento dos leds, alimentação bivolt automática 110-220Vca, Bateria Gel Selada EV - 4Ah, Autonomia de 3 horas, consumo de 12W, vida útil da bateria de 200 ciclos, de acordo com a NBR10.898, Área de cobertura de 250m², Grau de proteção IP20, peso de 1300g, dimensões de 195 x 227 x 56,4 mm

A luminária 1200 lumens foi fabricada com a tecnologia LED, desenvolvida para iluminação de emergência (acreamento). Utilizada em galpões, prédios, indústrias, estádios entre outros. Possui bateria de lítio (gel selada), onde não ocorrem vazamentos, sendo ecologicamente correta. Econômica, proporciona autonomia com maior durabilidade e ótima iluminação. Pode ser facilmente instalada, manuseada e transportada. Acende automaticamente na falta de energia elétrica.

Informações Técnicas	
Fluxo luminoso máximo	1200 lumens
Possui 48 LEDs SMD de alto brilho	24 LEDs em cada farol
LED indicador de funcionamento	Sim
Faróis ajustáveis	360°
Bateria	Gel selada 8 V 4 Ah
Vida útil da bateria	200 ciclos
Alimentação	Bivolt automática 110/220 V
Consumo de energia	12 W
Autonomia	3 horas
Atende os requisitos exigidos pelas normas nacionais	NBR 10898
Área de abrangência	250 m²
Temperatura de cor do LED	6000 K - 7000 K
Grau de Proteção	IP-20 (Somente uso interno)
Peso	1300 g
Dimensões (L x A x P) mm	195 x 227 x 56,4 mm
Fabricado	Em plástico ABS branco (Não propaga chamas)
Buchas e parafusos	Sim
Botão de teste	Sim
Garantia	2 anos
Fabricante	Segurmax ou similar

**DETALHES DE INSTALAÇÃO**

### SINALIZADOR AUDIOVISUAL 12V/24V CONVENCIONAL

**VISTA FRONTAL**

**VISTA POSTERIOR**

**VISTA LATERAL**

**DETALHES DE FIXAÇÃO**

O sinalizador audiovisual 12V/24V convencional é um equipamento que combina sinalização visual usando flashes de LED. Quando acionado pela central de alarme emite flashes de som e flashes luminosos para alertar as pessoas da área sobre a ocorrência de emergência. Feito em ABS de cor vermelha, o sinalizador é indicado para uso interno, industrial, residencial, etc.

Produto	27707
Tensão de operação	12 V / 24 Vdc
Corrente em repouso	30 mA
Corrente de alarme	20 mA @ 12V - 40 mA @ 24V
Emissão de flash luminoso	96 piscadas
Vida útil do LED	100.000 ciclos
Condições de trabalho	Temperatura: -10 ~ +50 °C Umidade: <95% RH
Grau de proteção	IP20
Material de fabricação	ABS
Dimensões	110 x 100 x 55 mm
Peso	140 g
Garantia	1 ano
Fabricante	Segurmax ou similar

## PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO

CONTRATANTE: \_\_\_\_\_

EMEF. EDMUNDO KERN

AUTOR DO PROJETO: *Salatiel D. Kerne*

RRT: 12544623  
SALATIEL D. KERNE  
ENG. CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA Nº 25738 - 03/AM  
CAU Nº 189016-6

RESPONSÁVEL OBRA: \_\_\_\_\_

**REV 01**

REVISÕES			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
	07/2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	MANOELA BATISTA
00	09/2022	EMISSÃO PROJETO BÁSICO	MANOELA BATISTA
01	11/2022	EMISSÃO PROJETO EXECUTIVO	MANOELA BATISTA
01	01/2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	MANOELA BATISTA

**CONTEÚDO**  
PLANTA DE DETALHAMENTO

**FOLHA**  
**06/07**

**MULTIPRO**  
CONSULTORIAS E PROJETOS

CNPJ: 32.184.073/0001-77

ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE BORGOMINI, Nº 200 - SALA 03, FLORES / MANAUS - AM  
CONTATOS: (051) 3021-1911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

OBRA: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA

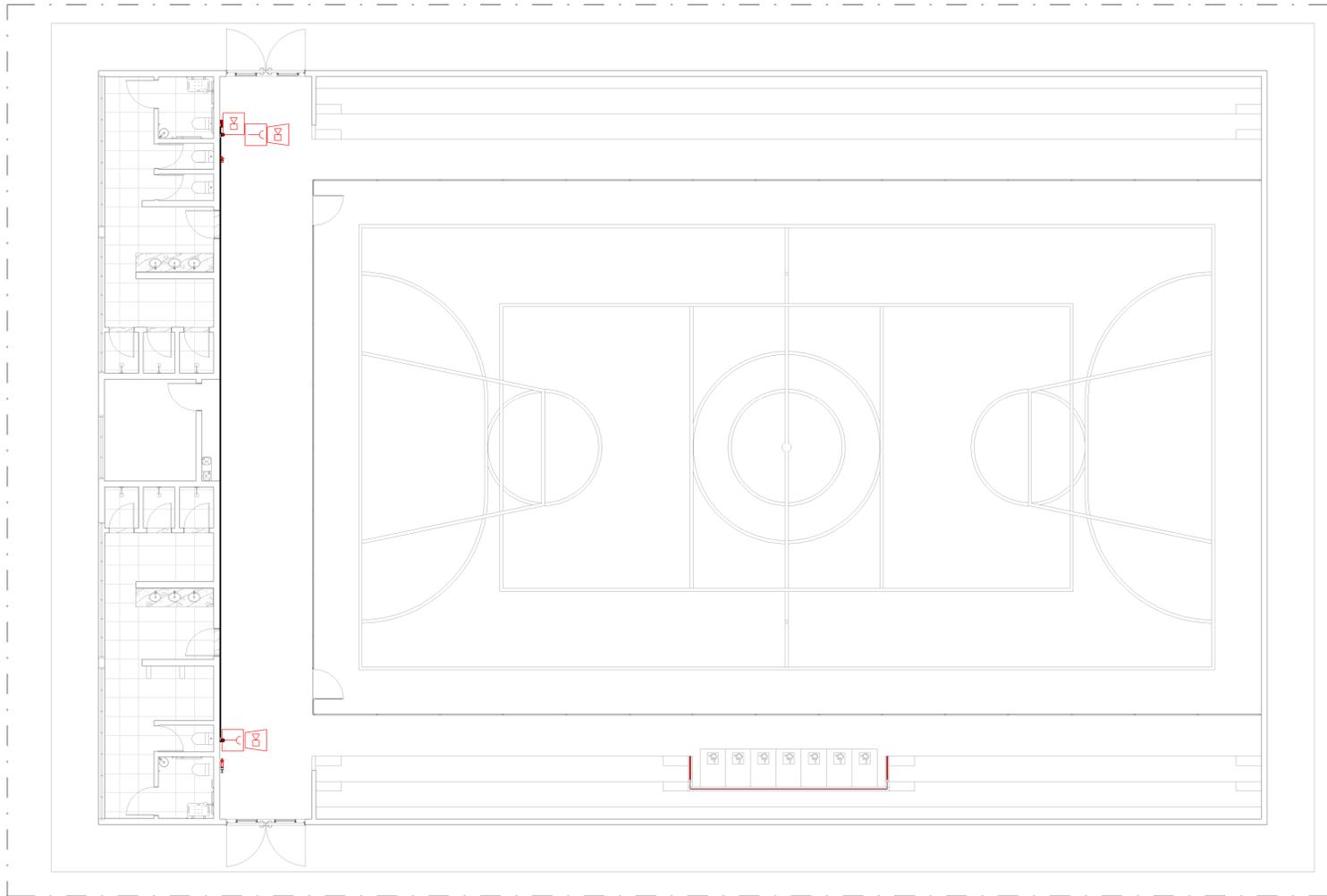
LOCAL: R. Estância Velha, 542, Portão Velho, PORTÃO - RS

DESENHO: MANOELA BATISTA

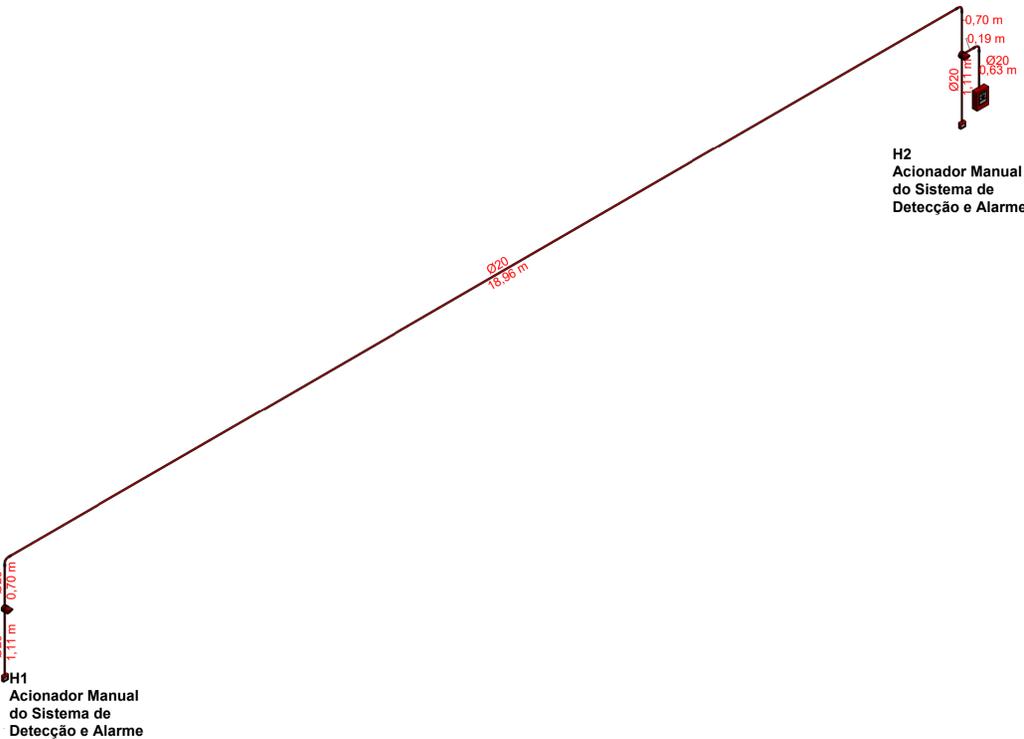
DATA: NOVEMBRO/2022

ESCALA DO DESENHO: INDICADA

ARQUIVO: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA-REV0



01 **TÉRREO**  
ESCALA 1:100



03 **ESQUEMA ISOMÉTRICO ALARME**  
ESCALA 1:100

LEGENDA / SIMBOLOGIA			
	EXTINTOR COM CARGA DE PÓ ABC		ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA
	SINALIZAÇÃO DE EMERGENCIA		ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA COM 2 FÁRÓIS: 1200 Lúmens
	TUBULACAÇÃO DE HIDRANTES		DIREÇÃO DE FLUXO DA ROTA DE FUGA
	MANGOTINHO		SAÍDA FINAL DA ROTA DE FUGA
	CENTRAL DE ALARME		COMANDO MANUAL DE ALARME DE INCÊNDIO
	ACIONADOR MANUAL DA BOMBA INCENDIO		AVISADOR SONORO

Quantitativo de Cabos em Metros	
(FA- Condutor Fase A), (FB- Condutor Fase B)	
FA-1,5mm²	FB-1,5mm²
64,7	64,7

08 - QUADRO DE DISPOSITIVOS DE ALARME DE INCÊNDIO	
QTD.	TIPO
2	Acionador Manual (Botoeira Tipo Quebra Vidro)
1	Painel Central de Alarme de Incêndio
2	Sirene Auditiva

TABELA DE CONDUITES		
Descrição	Tamanho	Comprimento
Conduite com conexões		
Eletroduto de PVC Rígido Roscável, anti chama, na cor preta, conforme NBR 15465	Ø20	23,40

Tabela de Conexões de Conduite	
Quantidade	Descrição
3	PVC Roscavel_Curvas
6	PVC Roscavel_Luva Para Conexão

**PROJETO DE PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO**

REV 01

CONTRATANTE: EMEF. EDMUNDO KERN  
 AUTOR DO PROJETO: *Salatiel D. Kerne*  
 RRT: 12544623  
 SALATIEL D. KERNE  
 ENG. CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
 CREA Nº 25735 - 03/AM  
 CAU Nº 189016-6  
 RESPONSÁVEL OBRA:

REVISÕES			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
	07/2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	MANOELA BATISTA
00	09/2022	EMISSÃO PROJETO BÁSICO	MANOELA BATISTA
01	11/2022	EMISSÃO PROJETO EXECUTIVO	MANOELA BATISTA
01	01/2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	MANOELA BATISTA

**CONTEÚDO**  
PSCIP - SDAI - EMEF EDMUNDO KERN - TÉRREO

FOLHA 07/07

**M MULTIPRO**  
CONSULTORIAS E PROJETOS  
 CNPJ: 32.184.073/0001-77  
 ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERGIOPOLIM, Nº 290 - SALA 03, FLORES II MANAUS - AM  
 CONTATOS: (93)302-1911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

OBRA: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA  
 LOCAL: R. Estância Velha, 542, Portão Velho, PORTÃO - RS  
 DESENHO: MANOELA BATISTA  
 DATA: NOVEMBRO/2022  
 ESCALA DO DESENHO: INDICADA  
 ARQUIVO: EMEF EDMUNDO KERN - QUADRA-REV01



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

**PROJETO EXECUTIVO**  
**MEMORIAL DESCRITIVO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

**DATA:** JANEIRO / 2023

**CLIENTE:** ESCOLA MUNICIPAL DE ENSINO FUNDAMENTAL EDMUNDO KERN

**ENDEREÇO:** R. ESTÂNCIA VELHA, 542 - PORTÃO VELHO, PORTÃO - RS

**CEP:** 93180-000

**ASSUNTO:** MEMORIAL DESCRITIVO;  
PROJETO EXECUTIVO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS;

SALATIEL DANDOLINI KERNE  
ENG.CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA: 041520628-6  
CAU N° A229032-4  
RRT: 12544623



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## SUMÁRIO

1. OBJETIVO .....	1
2. DESENHOS.....	1
3. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	1
4. NORMAS, DOCUMENTOS E DESENHOS DE REFERÊNCIA.....	1
5. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA.....	2
5.1. FATORES DE DEMANDA.....	2
5.2. QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO E DISJUNTORES .....	2
5.3. QUEDA DE TENSÃO .....	3
5.4. QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL (CA) .....	3
5.5. QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL (CC) .....	4
6. TEMPERATURA AMBIENTE.....	4
6.1. TEMPERATURA AMBIENTE .....	4
7. PONTOS ELÉTRICOS .....	4
7.1. QUADRA .....	4
8. ACABAMENTOS .....	6
8.1. TOMADAS .....	6
8.2. TAMPA CEGA.....	6
8.3. LUMINÁRIAS.....	7
8.4. INTERRUPTORES .....	7
8.5. QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO .....	7
9. CONDUTOS E CONDUTORES .....	8
9.1. PADRONIZAÇÃO DAS CORES.....	9
10. CRITÉRIOS GERAIS .....	9
10.1. EXIGÊNCIAS DA CONCESSIONÁRIA .....	9
10.2. ATERRAMENTO .....	9
10.3. INSTALAÇÕES .....	10
11. DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÕES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	10
12. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

---

## MEMORIAL DESCRITIVO

---

**DESCRIÇÃO:** MEMORIAL DESCRITIVO

**PROPRIETÁRIO:** E.M.E.F. EDMUNDO KERNE

**OBRA:** INSTITUCIONAL

**ENDEREÇO:** R. ESTÂNCIA VELHA, 542 - PORTÃO VELHO, PORTÃO -  
RS

**CEP:** 93180-000

**RESPONSÁVEL TEC.:** SALATIEL D. KERNE

**REV 03**

1

### 1. OBJETIVO

O presente memorial descritivo refere-se ao projeto de instalações elétricas da **QUADRA DA E.M.E.F. EDMUNDO KERNE**, localizada na R. Estância Velha, 542 – Portão Velho, Portão - RS, CEP: 93180-000 e tem como objetivo estabelecer os requisitos básicos para dimensionamento, fornecimento e instalação do referido sistema.

### 2. DESENHOS

O presente memorial é complementado pelos desenhos anexos com a respectiva nomenclatura a seguir:

### 3. INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

Prancha 01/03 – IMPLANTAÇÃO.

Prancha 02/03 – PLANTA BAIXA - QUADRA - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.

Prancha 03/03 – ISOMÉTRICOS, LISTAS DE MATERIAIS E DIAGRAMAS UNIFILARES.

### 4. NORMAS, DOCUMENTOS E DESENHOS DE REFERÊNCIA

Os principais critérios adotados nesse projeto, referente aos materiais utilizados e dimensionamento das peças, seguem conforme as prescrições normativas:



## **NORMAS**

- NBR 5410:2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão.
- NBR 16752:2020 – Desenho Técnico – Requisitos para apresentação em folhas de desenho.
- NBR 14136:2012 – Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250V em corrente alternada – Padronização.
- IEC 60417.
- IEC 60617.

## **DESENHOS DE REFERÊNCIA**

- Projeto de Arquitetônico Elaborado

## **5. ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA**

O dimensionamento do projeto será realizado conforme os critérios da concessionária local. Sendo identificado que a tensão de Fase-Neutro é de 220V e a tensão de linha é de 380V.

<b>Entrada de serviço</b>	
Esquema de ligação	3F+N
Tensão Nominal	380/220V
Frequência Nominal (Hz)	60

### **5.1. FATORES DE DEMANDA**

A demanda foi aplicada para determinar a potência demandada pelo quadro e pelos pontos de instalações elétricas. Tendo por base as recomendações normativas.

### **5.2. QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO E DISJUNTORES**

Os quadros e caixas de distribuição, devem ser constituídos de material metálico (aterrado), seguindo o grau de proteção conforme a instalação, na qual recebe alimentação de uma fonte geradora e distribui



a energia para os demais circuitos. A estrutura interna destes é reservada para a instalação de dispositivos de proteção unipolares, bipolares e tripolares, padrão DIN, conforme IEC 60-439-3.

Os modelos dos quadros de distribuição a serem utilizados no projeto devem ser conforme definido na lista de materiais e legenda de simbologias. Todos os quadros de disjuntores deverão ser aterrados e providos de barramento específico para fases, neutro e terra. Os disjuntores devem seguir os diagramas unifilares e lista de material nos projetos. Deverão atender as exigências da norma NBR 90898, não sendo aceito disjuntores que não atendam a norma. Os disjuntores terão tensão de funcionamento compatível com a tensão do circuito e protegerão a fiação. A capacidade de interrupção de corrente de curto-circuito dos disjuntores deve ser conforme definido na lista de materiais estando atrelado ao disjuntor escolhido.

Serão utilizados interruptores diferenciais residuais (IDR) para promover a proteção em caso de choques acidentais. Serão utilizados IDR'S bipolares com corrente de disparo de no mínimo de 30ma. O dispositivo de proteção contra surtos (DPS), ou supressor de surto, é um disposto que protege as instalações elétricas e equipamentos contra picos de tensão, geralmente ocasionados por descargas atmosféricas na rede de distribuição de energia elétrica. O dispositivo é instalado no quadro de distribuição entre fase e terra, possuir classe I, II ou III, conforme IEC.

### **5.3. QUEDA DE TENSÃO**

A instalação atendida por ramal de baixa tensão terá queda de tensão máxima desde o ponto de entrega até o circuito terminal, conforme a tabela abaixo:

### **5.4. QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL (CA)**





<b>Total (%)</b>	7
Alimentação (%)	4
Iluminação (%)	4
Força (%)	4
Controle (%)	1

### 5.5. QUEDA DE TENSÃO ADMISSÍVEL (CC)

<b>Total (%)</b>	4
Alimentação (%)	2
Iluminação (%)	2
Força (%)	2
Controle (%)	1

## 6. TEMPERATURA AMBIENTE

A temperatura média do ambiente e do solo são elementos utilizados para o cálculo do Fator de correção por temperatura. O FCT é utilizado no cálculo da corrente de projeto corrigida para o dimensionamento da seção da fiação do circuito.

### 6.1. TEMPERATURA AMBIENTE

<b>Ambiente (°C)</b>	35
<b>Solo (°C)</b>	20

## 7. PONTOS ELÉTRICOS

### 7.1. QUADRA

#### 7.1.1. PONTOS DE FORÇA

<b>Peça</b>	<b>Pontos de força - Uso específico - 2P+T 10 A - Ilum. de Emergência</b>
-------------	---



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

Potência unitária (VA)	20
Número de pontos atendidos	6
Potência total (W)	120
Fator de potência	1.00

5

<b>Peça</b>	<b>Pontos de força - Uso específico - 2P+T 10 A - Ventilador</b>
Potência unitária (VA)	500
Número de pontos atendidos	6
Potência total (W)	3000
Fator de potência	1.00

<b>Peça</b>	<b>Pontos de força - Uso específico - 2P+T 10 A - Chuveiro Elétrico</b>
Potência unitária (VA)	7500
Número de pontos atendidos	8
Potência total (W)	60000
Fator de potência	1.00

<b>Peça</b>	<b>Pontos de força - Uso Geral - 2P+T 10 A - Tomada única</b>
Potência unitária (VA)	150
Número de pontos atendidos	3
Potência total (W)	414
Fator de potência	0.92

<b>Peça</b>	<b>Pontos de força - Uso Específico - 2P+T 10 A - Tomada Bebedouro</b>
Potência unitária (VA)	600
Número de pontos atendidos	2
Potência total (W)	1200
Fator de potência	1.00

### 7.1.2. PONTOS DE LUZ

Peça	Ponto de Luz – Luminária LED 1x36 W Soberpor
Potência unitária (VA)	36
Número de pontos atendidos	11
Potência total (W)	396
Fator de potência	1.00

Peça	Ponto de Luz – Refletor
Potência unitária (VA)	300
Número de pontos atendidos	10
Potência total (W)	3000
Fator de potência	1.00

## 8. ACABAMENTOS

### 8.1. TOMADAS



IMAGEM 1 – Tomada única simples



IMAGEM 2 – Tomada única condutele

### 8.2. TAMPA CEGA



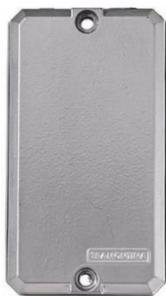
IMAGEM 3 – Tampa Cega comum



IMAGEM 4 – Tampa Cega com Furo comum



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos



*IMAGEM 5 – Tampa Cega para condutele*



*IMAGEM 6 – Tampa Cega com Furo para Condutele*

7

### 8.3. LUMINÁRIAS



*IMAGEM 7 – Luminária Paflon de Sobrepor*



*IMAGEM 8 – Refletor LED 200W*

### 8.4. INTERRUPTORES



*IMAGEM 9 – Interruptor único*



*IMAGEM 10 – Interruptor com 1 tecla e tomada hexagonal*

### 8.5. QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos



IMAGEM 11 – Quadro de distribuição  
Metálico



IMAGEM 12 – Quadro de distribuição  
Metálico

8

## 9. CONDUTOS E CONDUTORES

### CONDUTOS

Todos os eletrodutos a serem utilizados deverão ser de PVC, antichama, de marca com qualidade comprovada e resistência mecânica mínima de 350N/5cm para dutos corrugados e estar de acordo com a IEC-614, PNB-115, PBE-183 e PMB-335.

### CONDUTORES

Os condutores serão de cobre, com tensão de isolamento 450/750V, isolados com composto termoplástico de PVC com característica de não propagação e auto extinção do fogo (antichama), resistentes a temperaturas máximas de 70°C em serviço contínuo. Devem atender à NBR-6880, NBR-6148, NBR-6245 e NBR-6812.

Para aqueles que encontram-se seguindo para alimentação dos quadros, ou em eletrodutos diretamente enterrados no solo, deverão ter tensão de isolamento de 0,6/1kV, encordoamento classe 02, resistentes a temperaturas máximas de 90°C em serviço contínuo.

A bitola mínima dos condutores utilizados deverá ser de 2,5mm<sup>2</sup>, tanto para iluminação, quanto para os demais circuitos. Para todas as



bitolas deverão ser utilizados cabos elétricos, ou seja, condutores formados por fios de cobre, têmpera mole-encordoamento classe 2.

Os cabos deverão ser conectados às tomadas com terminais pré-isolados tipo anel ou pino conectado aos disjuntores com terminais pré-isolados tipo pino. Todos os condutores deverão ser identificados com anilhas, numerados conforme número do circuito.

### 9.1. PADRONIZAÇÃO DAS CORES

Fase 1	Branco
Fase 2	Preto
Fase 3	Vermelho
Neutro	Azul claro
Terra	Verde-amarelo
Retorno	Amarelo
Positivo	Vermelho
Negativo	Preto

Conforme estabelecido na norma NBR 5410 na qual indica o padrão de cores para neutro, condutores de proteção (como aterramento) e fases.

## 10. CRITÉRIOS GERAIS

### 10.1. EXIGÊNCIAS DA CONCESSIONÁRIA

As emendas nos eletrodutos deverão ser evitadas, aceitando se as que forem feitas com luvas perfeitamente enroscadas e vedadas. Os eletrodutos deverão ser firmemente atarraxados ao quadro de medição, por meio de bucha e arruela de alumínio.

### 10.2. ATERRAMENTO

A ligação do condutor com a haste deverá ser com solda exotérmica.



A resistência máxima deverá ser de 25 ohms, e se necessário for, deve-se aumentar o número de hastes para atender este requisito.

A ligação com a rede será através do neutro, no padrão de entrada, antes do quadro de distribuição interno do estabelecimento, não sendo realizada após este, com o fim de que correntes elétricas que retornam pelo neutro, devido a desbalanceamento de cargas, fluam pelo aterramento e não retornem para a rede de energia de fornecimento da concessionária local.

Toda estrutura metálica, ou condutora que faça parte da instalação ou esteja próxima e eventualmente possa ficar sob tensão, deve ser aterrada.

### **10.3. INSTALAÇÕES**

Na instalação deve-se tomar cuidado para não danificar o isolamento dos fios durante a enfição e o descascamento para emendas e ligações. Os eletrodutos deverão ser instalados de modo a não formar cotovelos, pois isto prejudica a passagem dos condutores elétricos. Recomenda-se a utilização de caixas de passagem, e em casos da utilização de eletrodutos rígidos: curvas.

Todas as emendas serão feitas nas caixas de passagem, de tomadas ou interruptores, tendo por obrigatoriedade, a isolação com fita isolante ou conectores específicos para esta utilização, de boa qualidade. Não serão permitidas, em nenhum caso, emendas nos eletrodutos.

Todos os quadros de distribuição, caixas de passagem, caixas de medidores, quadros de comandos, motores elétricos e demais partes metálicas, deverão ser devidamente aterrados.

## **11. DIMENSIONAMENTO E ESPECIFICAÇÕES DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**



Para o cálculo e dimensionamento das instalações elétricas adotou-se as diretrizes da concessionária de distribuição elétrica local, assim como as normas pertinentes que regulamentam estes tipos de instalações.

## 12. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projetista não se responsabilizará por eventuais alterações deste projeto durante sua execução.

As potencias dos equipamentos dados no projeto, não devem ser, em hipótese alguma, extrapolados sem prévia consulta e autorização do projetista.

Recomenda-se que sejam utilizados produtos de qualidade e confiabilidade comprovada. A qualidade da instalação também depende diretamente do material utilizado.

Esse projeto foi baseado no layout aprovado durante reuniões com os responsáveis pela contratação. Na dúvida de locação de pontos, estes deverão ser consultados.

**Observação:** Qualquer dúvida deverá ser sanada com o projetista nos telefones e contatos abaixo, a mudança de qualquer característica contida nestas documentações sem prévio consentimento do projetista acarretará na perda de sua responsabilidade técnica sobre este projeto, ao final desta instalação, o Engenheiro responsável deverá emitir uma ART de instalação das instalações.





# MULTIPRO

## CONSULTORIAS E PROJETOS

**REV**  
**03**

CONTRATANTE:

E.M.E.F. EDMUNDO KERNE

OBRA:

INSTITUCIONAL

LOCAL:

R. ESTÂNCIA VELHA, 542 - PORTÃO VELHO, PORTÃO - RS, 93180-000

### REVISÕES

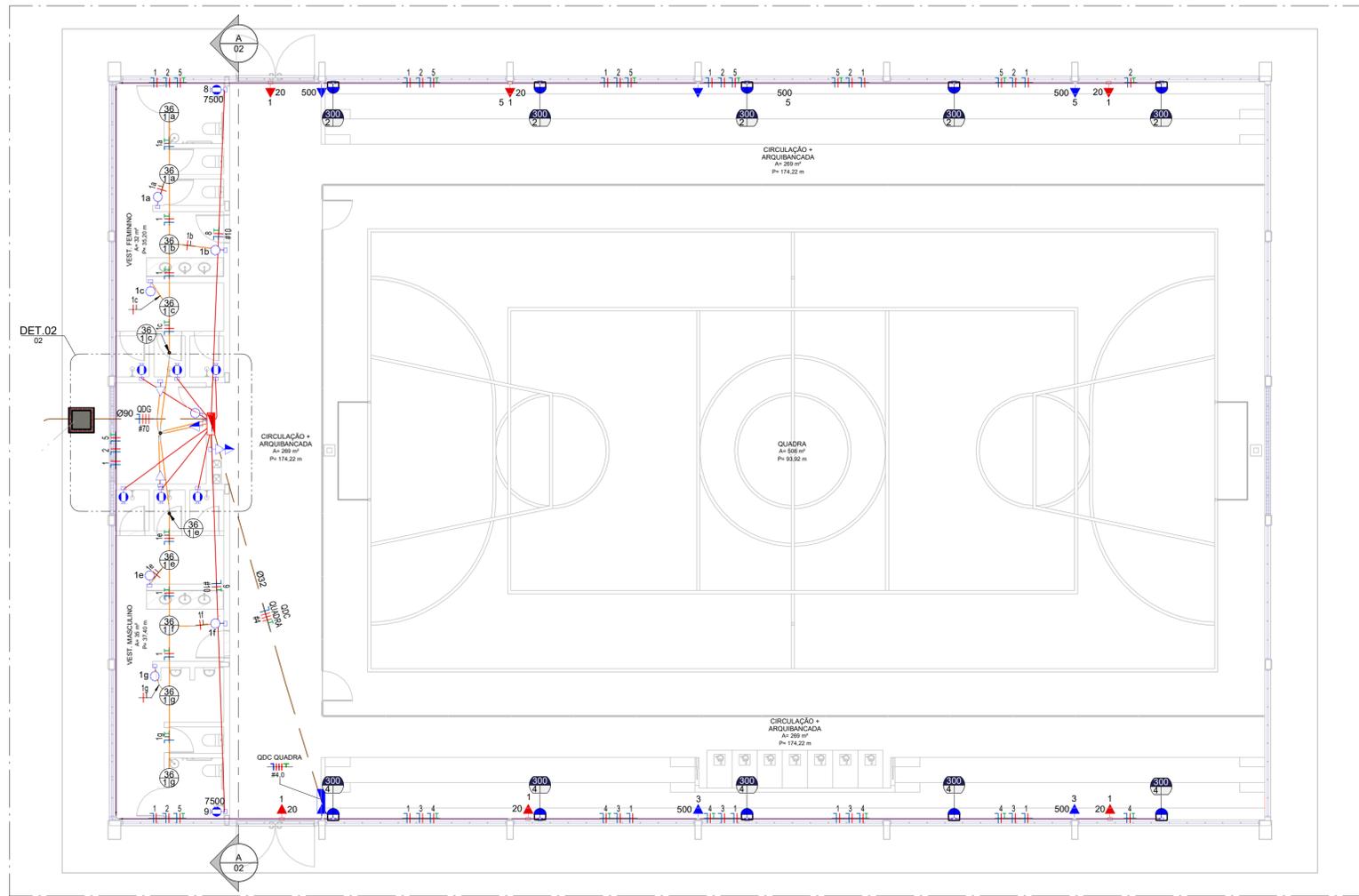
Revisão	Data	Descrição	Responsável
00	08 / 2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	GABRIEL PEREIRA
01	09 / 2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO BÁSICO	GABRIEL PEREIRA
02	09 / 2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO EXECUTIVO	GABRIEL PEREIRA
03	01 / 2023	RESPOSTA AO RELATÓRIO DE ANÁLISE DOS PROJETOS EXECUTIVOS	GABRIEL PEREIRA

ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERGIMIRIM, Nº 290 - SALA 03, FLORES // MANAUS - AM  
CONTATOS: (92)3021-9911 // CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

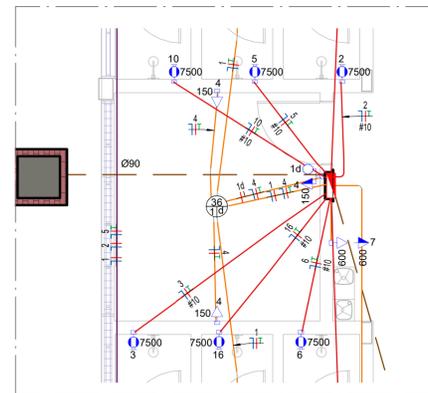
## PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



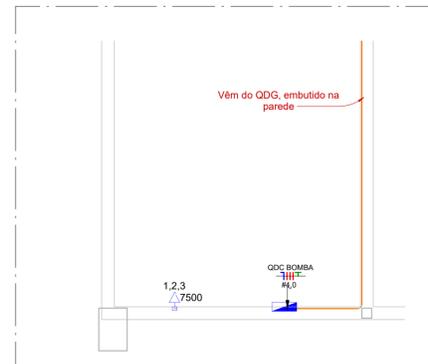




01 PLANTA BAIXA - QUADRA  
ESCALA 1:100



02 TÉRREO - DETALHE DEPÓSITO  
ESCALA 1:50



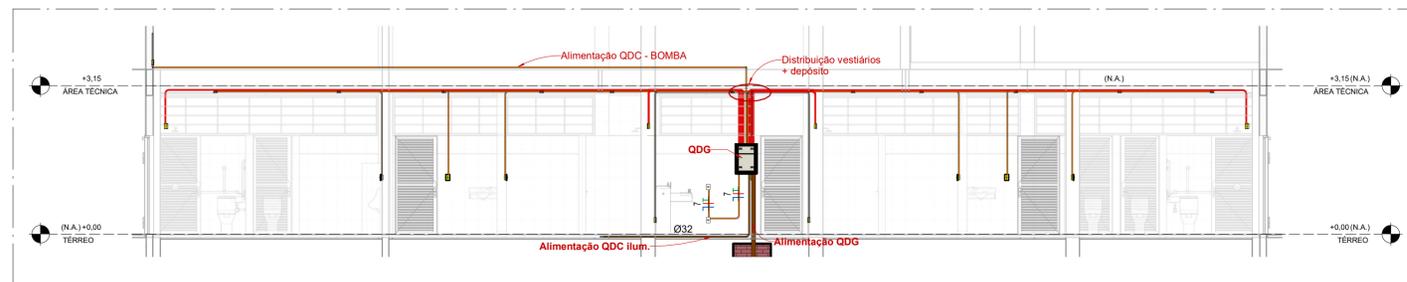
03 ÁREA TÉCNICA - DETALHE QD. BOMBA  
ESCALA 1:50

LEGENDA DIAGRAMAS UNIFILARES	
	Disjuntor Termomagnético Monopolar
	Disjuntor Termomagnético Bipolar
	Disjuntor Termomagnético Tripolar
	DPS-Dispositivo de proteção contra surtos
	IDR-Interruptor Diferencial Residual (Imax=30mA)

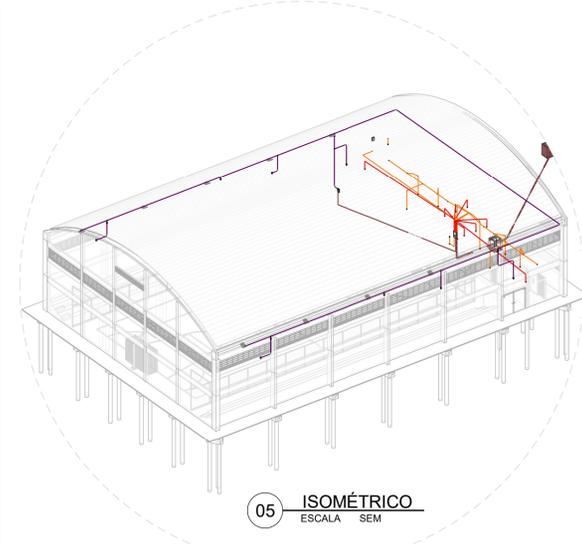
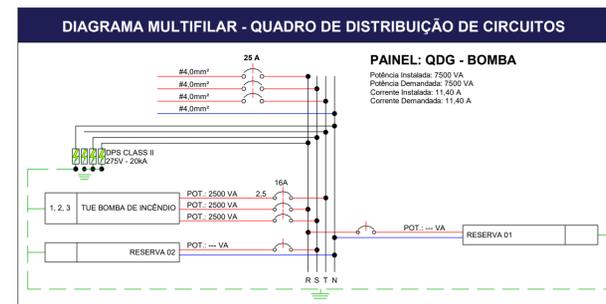
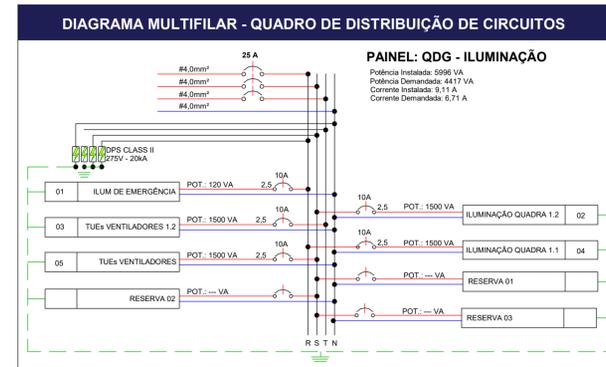
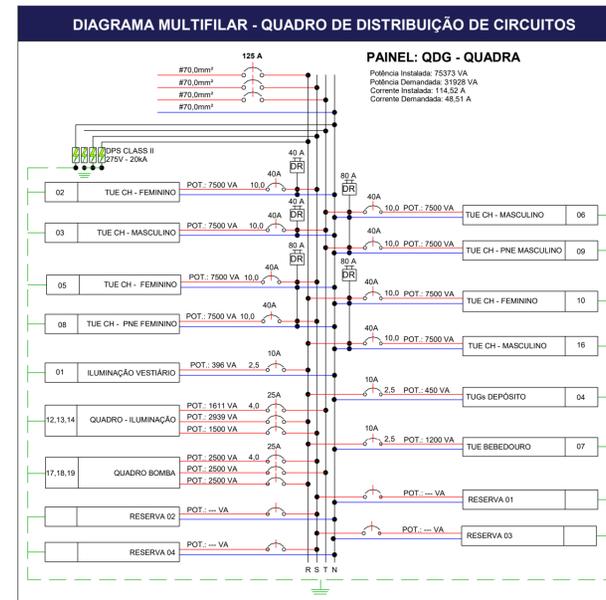
LEGENDA DE LEITURA DOS CIRCUITOS	
Identificação para leitura de cabeamento	
	Quantidade de fios de cobre com DN 35mm <sup>2</sup>
	3 Fases com cabo de cobre com DN 70mm <sup>2</sup>
	Neutro com cabo de cobre com DN 70mm <sup>2</sup>
	Dois fios por Fase e neutro e via única de aterramento em cabos de cobre com DN 16mm <sup>2</sup>

LEGENDA	
SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Ponto para iluminação de emergência a 5,50m do piso acabado
	Tomada Baixa 2P+T, 10A, a 30cm do piso acabado
	Tomada Média 2P+T, 10A, a 1,20m do piso acabado
	Tomada Alta 2P+T, 10A, a 6,80m do piso acabado
	Ponto de Força com placa saída de fio, a 250cm do piso
	Tomada Média + Interruptor Simples, a 120cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Interruptor simples de uma seção, a 120cm do piso, embutido em caixa 4x2
	Ponto de luz embutido na laje
	Ponto de luz refletor, a 7,0m do piso acabado
	Ponto de Iluminação para refletor
	Quadro de distribuição de embutir, 16 disjuntores a 160cm do piso
	Quadro de distribuição de embutir, 08 disjuntores a 160cm do piso

Legenda de eletrodutos	
Símbolo	Descrição
	Eletroduto Metálico Rígido Roscável Ø25mm
	Eletroduto Flexível Corrugado PEAD Ø25mm
	Eletroduto Flexível Corrugado Reforçado, Ø32mm
	Eletroduto Flexível Corrugado Reforçado Ø25mm



04 Corte A-A QUADRO GERAL  
ESCALA 1:75



- NOTAS GERAIS:**
- 1 - Eletrodutos enterrado no solo serão do tipo PEAD.
  - 2 - Eletrodutos embutidos na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
  - 3 - A especificação da dimensão dos eletrodutos consta em legenda.
  - 4 - Em todo eletroduto enterrado, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolamento em EPR, temperatura 90°C.
  - 5 - Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolamento em PVC, temperatura 70°C.
  - 6 - A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
  - 7 - O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
  - 8 - O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
  - 9 - Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
  - 10 - Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contém dois números, e trifásicos três.
  - 11 - Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o desligamento incorreto do IDR.
  - 12 - As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
  - 13 - Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
  - 14 - Os condutores não cotados serão de #2,5mm<sup>2</sup>.

- ORIENTAÇÕES:**
- O executor deverá, no mínimo, seguir as orientações descritas abaixo:
1. SOLICITAR ESCLARECIMENTO SOBRE O PROJETO SEMPRE QUE HOUVER DIVERGÊNCIAS ENTRE AS PLANTAS E ESPECIFICAÇÕES;
  2. NÃO DEVE PREVALER-SE DE QUALQUER ERRO INVOLUNTÁRIO, OU DE QUALQUER OMISSÃO EVENTUALMENTE EXISTENTE PARA EXIMIR-SE DE SUAS RESPONSABILIDADES;
  3. OBRIGA-SE A SATIZFAZER TODOS OS REQUISITOS CONSTANTES DOS DESENHOS;
  4. NO CASO DE ERROS OU DISCREPÂNCIA, AS ESPECIFICAÇÕES DEVERÃO PREVALER SOBRE OS DESENHOS, DEVENDO O FATO DE QUALQUER MODO SER COMUNICADO AO PROJETISTA;
  5. TODOS OS ADORNOS, MELHORAMENTOS, ETC., INDICADOS NOS DESENHOS OU NOS DETALHES OU PARCIALMENTE DESENHADOS PARA QUALQUER ÁREA OU LOCAL EM PARTICULAR, DEVERÃO SER CONSIDERADOS PARA ÁREAS OU LOCAIS SEMELHANTES, A NÃO SER QUE HAJA INDICAÇÃO OU ANOTAÇÃO EM CONTRÁRIO;
  6. PARA OS SERVIÇOS DE EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES CONSTANTES DO PROJETO, O EXECUTOR SE OBRIGA A SEGUIR AS NORMAS OFICIAIS VIGENTES, BEM COMO AS PRÁTICAS USUAIS CONSAGRADAS PARA UMA PERFEITA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS;
  7. SERÁ NECESSÁRIO, MANTER CONTATO COM AS REPARAÇÕES COMPETENTES, A FIM DE OBTER AS NECESSÁRIAS APROVAÇÕES DOS SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS, BEM COMO FAZER OS PEDIDOS DE LIGAÇÕES E INSPEÇÕES;
  8. OS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS A SEREM EMPREGADOS NESTA OBRA SERÃO NOVOS E COMPROVADAMENTE DE PRIMEIRA QUALIDADE;

**PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS** **REV 03**

CONTRATANTE: E.M.E.F. EDMUNDO KERNE

AUTOR DO PROJETO: *Saldalir D. Kerne*  
RRT-1254623  
ENG. CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA Nº 94152032-8  
CAU Nº A229032-4

RESPONSÁVEL OBRA:

REVISÕES			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
00	08 / 2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	GABRIEL PEREIRA
01	09 / 2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO BÁSICO	GABRIEL PEREIRA
02	09 / 2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO EXECUTIVO	GABRIEL PEREIRA
03	01 / 2023	RESPOSTA AO RELATORIO DE ANÁLISE DOS PROJETOS EXECUTIVOS	GABRIEL PEREIRA

**CONTEÚDO**  
PLANTA BAIXA - QUADRA - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS **FOLHA 02/03**

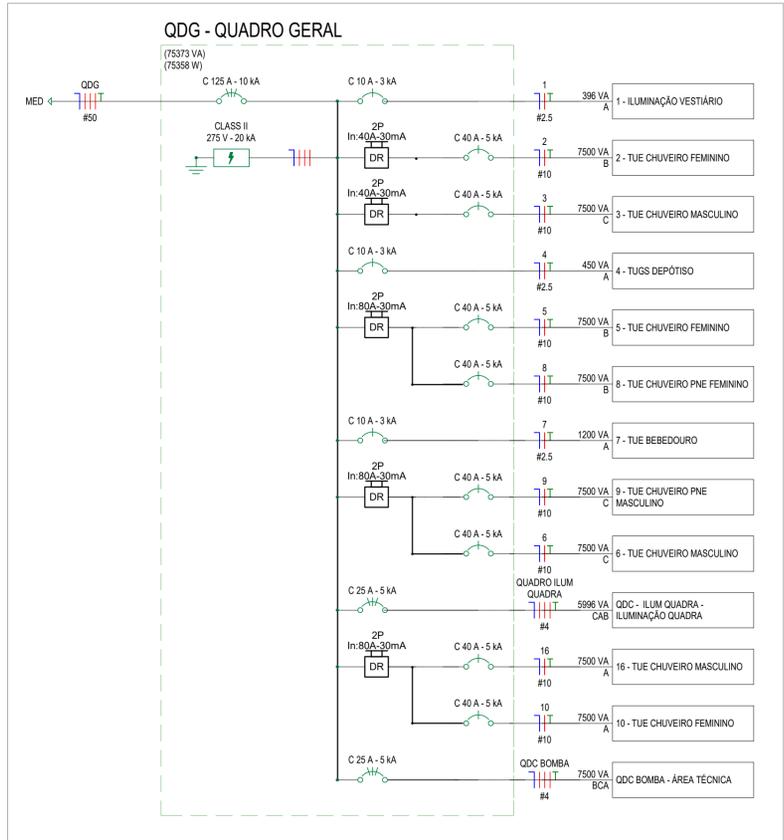
**MULTIPRO**  
CONSULTORIAS E PROJETOS

OBRA: INSTITUCIONAL  
LOCAL: R. ESTÂNCIA VELHA, 542 - PORTÃO VELHO, PORTÃO - RS, 93180-000

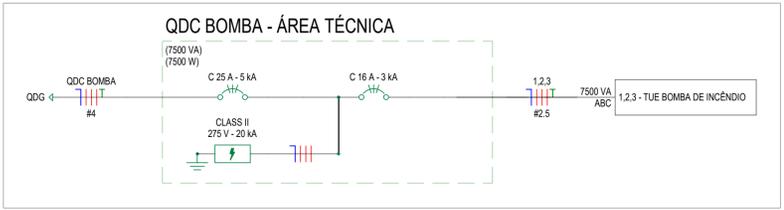
DESENHO: THAYS GARCIA SITE  
DATA: JANEIRO / 2023  
ESCALA DO DESENHO: INDICADA

ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERGIIMARA Nº 290 - SALA 03, FLORES II MANAUS - AM  
CONTATOS: (031)3021-8911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

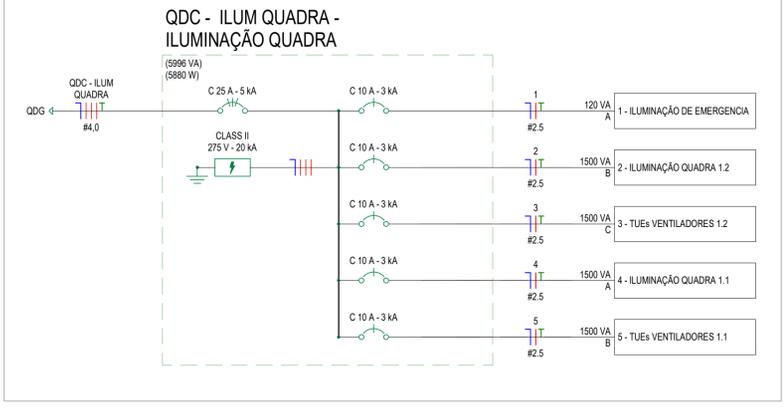
ARQUIVO: PE\_ELE\_EMEF\_EDMUNDO\_KERNE\_QUADRA\_REV03



01 DIAGRAMA UNIFILAR - QDG  
ESCALA SEM



02 DIAGRAMA UNIFILAR - QDC BOMBA  
ESCALA SEM



03 DIAGRAMA UNIFILAR - QDC - ILUM QUADRA  
ESCALA SEM

**Lista de Materiais - Componentes**

Descrição do Material	Quantidade (peças)
Caixas de Embutir	
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarelo para eletroduto corrugado	30
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel reforçado, em PVC na cor laranja para eletroduto corrugado	11
Condutores sem Rosca	
Condutete de alumínio Tipo "T" sem rosca, com tampa cega, parafusos em aço zincado, pintura epoxi cor cinza, para eletroduto rígido de diâmetro nominal Ø25	9
Derivações de Eletrodutos	
Conector para condutete múltiplo de alumínio, sem rosca, para eletroduto rígido de diâmetro nominal Ø25	17
Derivações para Eletrodutos Rosca BSP	
Curva 90° para eletroduto rígido de aço galvanizado, DN25mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 5598	9
Luva de ferro nodular para eletroduto rígido galvanizado a fogo, DN25mm, rosca Ø1" BSP conforme ABNT NBR 5598	18
Disjuntores e Proteções	
Disjuntor Caixa Moldada Tripolar 125A, conforme IEC 60947-2, encaixe perfil DIN 35mm, DPS - Disjuntor de proteção contra surtos, monopolar, tensão nominal de operação UO 127/220V, máxima tensão de operação contínua UC= 275 V, corrente de descarga máxima= 20kA, fixação em trilho DIN 35mm	1
IDR Interruptor Diferencial Residual Bipolar In=40A, 30mA	12
IDR Interruptor Diferencial Residual Bipolar In=80A, 30mA	3
Mini Disjuntor Monopolar 10A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	8
Mini Disjuntor Tripolar 16A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	8
Mini Disjuntor Tripolar 25A Curva C, conforme ABNT NBR NM 60898, encaixe perfil DIN 35mm	4
Interruptores	
Conjunto montado com 1 Interruptor simples, 10A 250V~, 4"x2"	6
Interruptores + Tomadas	
Conjunto montado de 1 Interruptor Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1
Placa saída de fio	
Conjunto montado de 1 Placa para Saída de Fio Ø11mm, 4"x2"	8
Ponto de Luz	
Condutete Metálico com Furo na Tampa, DN25	10
Quadro de distribuição	
Quadro de distribuição trifásico, de embutir, corrente nominal 150A, capacidade para 24 disjuntores DIN, completo com barramentos	1
Quadros	
Quadro de Distribuição 18 Disjuntores, metálico, com barramento	2
Tomadas	
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal, 4"x2"	17

**QUANTITATIVO DE CABOS**

Tipo de fiação	Tamanho da fiação	Cor	Comprimento
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	2,5	Amarelo	29,47 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	2,5	Azul Claro	345,94 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	2,5	Branco	32,03 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	2,5	Preto	198,80 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	2,5	Verde	160,47 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	2,5	Vermelho	136,29 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	4	Azul Claro	28,87 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	4	Branco	28,87 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	4	Preto	28,87 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	4	Verde	15,40 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	4	Vermelho	28,87 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	10	Azul Claro	54,02 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	10	Branco	24,24 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	10	Preto	9,56 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	10	Verde	51,84 m
Cabo de Cobre Flexível 750V (PVC)	10	Vermelho	20,22 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	70	Azul Claro	127,12 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	70	Branco	127,12 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	70	Preto	127,12 m
Cabo de Cobre Flexível 0,6/1kV (EPR - XLPE)	70	Vermelho	127,12 m

**Lista de Materiais - Eletrodutos**

Descrição do Material	Diâmetro Nominal	Comprimento (m)
Eletroduto de aço galvanizado, com Rosca BSP conforme NBR5598	Ø25	139,65 m
Eletroduto flexível corrugado PEAD, conforme NBR15715	Ø90	108,72 m
Eletroduto flexível corrugado PEAD, conforme NBR15715	Ø32	17,90 m
Eletroduto flexível corrugado PEAD, conforme NBR15715	Ø25	1,60 m
Eletroduto flexível corrugado Reforçado, em PVC na cor laranja antichamas, conforme NBR15465	Ø32	63,91 m
Eletroduto flexível corrugado Reforçado, em PVC na cor laranja antichamas, conforme NBR15465	Ø25	90,61 m

**RESUMO DOS CIRCUITOS**

Circ.	Descrição	Disjuntor	Potência (VA)	Seção do Condutor Adotado (mm²)	Fase A	Fase B	Fase C
1,2,3	TUE BOMBA DE INCÊNDIO	16,00 A	7500 VA	2,5	2500 W	2500 W	2500 W
<b>QDC BOMBA</b>							
<b>QDC QUADRA</b>							
1	ILUMINAÇÃO DE EMERGENCIA	20,00 A	120 VA	2,5	120 W	0 W	0 W
2	ILUMINAÇÃO QUADRA 1.2	14,00 A	1500 VA	2,5	0 W	1380 W	0 W
3	TUES VENTILADORES 1.2	16,00 A	1500 VA	2,5	0 W	0 W	1500 W
4	ILUMINAÇÃO QUADRA 1.1	10,00 A	1500 VA	2,5	1380 W	0 W	0 W
5	TUES VENTILADORES 1.1	16,00 A	1500 VA	2,5	0 W	1500 W	0 W
<b>QDG</b>							
1	ILUMINAÇÃO VESTIÁRIO	10,00 A	396 VA	2,5	364,32 W	0 W	0 W
2	TUE CHUVEIRO FEMININO	40,00 A	7500 VA	10	0 W	7500 W	0 W
3	TUE CHUVEIRO MASCULINO	40,00 A	7500 VA	10	0 W	0 W	7500 W
4	TUGS DEPÓSITO	10,00 A	450 VA	2,5	414 W	0 W	0 W
5	TUE CHUVEIRO FEMININO	40,00 A	7500 VA	10	0 W	7500 W	0 W
6	TUE CHUVEIRO MASCULINO	40,00 A	7500 VA	10	0 W	0 W	7500 W
7	TUE BEBEDOURO	10,00 A	1200 VA	2,5	1200 W	0 W	0 W
8	TUE CHUVEIRO PNE FEMININO	40,00 A	7500 VA	10	0 W	7500 W	0 W
9	TUE CHUVEIRO PNE MASCULINO	40,00 A	7500 VA	10	0 W	0 W	7500 W
10	TUE CHUVEIRO FEMININO	40,00 A	7500 VA	10	7500 W	0 W	0 W
12,13,14	QUADRO DE ILUMINAÇÃO	25,00 A	5996 VA	4	2880 W	1500 W	1500 W
16	TUE CHUVEIRO MASCULINO	40,00 A	7500 VA	10	7500 W	0 W	0 W
17,18,19	QUADRO BOMBA	25,00 A	7500 VA	2,5	2500 W	2500 W	2500 W

**LEGENDA DIAGRAMAS UNIFILARES**

	Disjuntor Termomagnético Monopolar
	Disjuntor Termomagnético Bipolar
	Disjuntor Termomagnético Tripolar
	DPS-Dispositivo de Proteção contra Surtos
	IDR-Interruptor Diferencial Residual

- NOTAS GERAIS:**
- Eletrodutos enterrados no solo serão do tipo PEAD.
  - Eletrodutos embutidos na laje deverão ser do tipo corrugado reforçado.
  - A especificação da dimensão dos eletrodutos consta em legenda.
  - Em todo eletroduto enterrado, os condutores deverão ser de cobre, classe 0,6/1kV, isolamento em EPR, temperatura 90°C.
  - Os condutores elétricos de distribuição deverão ser de cobre, classe 450/750V, isolamento em PVC, temperatura 70°C.
  - A seção do condutor neutro é igual ao da fase do circuito, salvo indicação contrária.
  - O condutor neutro não poderá ser ligado ao condutor proteção terra após passar pelo quadro geral da instalação.
  - O condutor de proteção nunca deverá ser ligado ao IDR.
  - Utilizar um condutor neutro para cada circuito.
  - Os circuitos foram numerados pela quantidade de fases, ou seja, circuitos bifásicos contém dois números, e trifásicos três.
  - Utilizar chuveiros com resistência blindada para evitar o desligamento incorreto do IDR.
  - As instalações elétricas deverão ser executadas respeitando os padrões de qualidade e segurança estabelecidos na norma NBR5410:2004.
  - Todos os pontos metálicos deverão ser aterrados.
  - Os condutores não cotados serão de #2,5mm².

- ORIENTAÇÕES:**
- O executor deverá, no mínimo, seguir as orientações descritas abaixo:
- SOLICITAR ESCLARECIMENTO SOBRE O PROJETO SEMPRE QUE HOUVER DIVERGÊNCIAS ENTRE AS PLANTAS E ESPECIFICAÇÕES.
  - NÃO DEVE PREVALER-SE DE QUALQUER ERRO INVOLUNTÁRIO, OU DE QUALQUER OMISSÃO EVENTUALMENTE EXISTENTE PARA EXIMIR-SE DE SUAS RESPONSABILIDADES.
  - ORIGINA-SE A SATISFAZER TODOS OS REQUISITOS CONSTANTES DOS DESENHOS.
  - NO CASO DE ERROS OU DISCREPÂNCIAS, AS ESPECIFICAÇÕES DEVERÃO PREVALECER SOBRE OS DESENHOS, DEVENDO O FATO DE QUALQUER MODO SER COMUNICADO AO PROJETISTA.
  - TODOS OS ADORNOS, MELHORAMENTOS, ETC., INDICADOS NOS DESENHOS OU NOS DETALHES OU PARCIALMENTE DESENHADOS PARA QUALQUER ÁREA OU LOCAL, EM PARTICULAR, DEVERÃO SER CONSIDERADOS PARA ÁREAS OU LOCAIS SEMELHANTES, A NÃO SER QUE HAJA INDICAÇÃO OU ANOTAÇÃO EM CONTRÁRIO.
  - PARA OS SERVIÇOS DE EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES CONSTANTES DO PROJETO, O EXECUTOR SE OBRIGA A SEGUIR AS NORMAS OFICIAIS VIGENTES, BEM COMO AS PRÁTICAS USUÁRIAS CONSAGRADAS PARA UMA PERFEITA EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.
  - SERÁ NECESSÁRIO, MANTER CONTATO COM AS REPARTIÇÕES COMPETENTES, A FIM DE OBTER AS NECESSÁRIAS APROVAÇÕES DOS SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS, BEM COMO FAZER OS PEDIDOS DE LIGAÇÕES E INSPEÇÕES.
  - OS MATERIAIS E EQUIPAMENTOS A SEREM EMPREGADOS NESTA OBRA SERÃO NOVOS E COMPROVADAMENTE DE PRIMEIRA QUALIDADE.

**PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

REV 03

CONTRATANTE: E.M.E.F. EDUARDO KERNE  
 AUTOR DO PROJETO: *Salatiel D. Kerne*  
 RRT:12544623  
 SALATIEL D. KERNE  
 ENG. CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
 CREA Nº 54150032-6  
 RESPONSÁVEL OBRA:

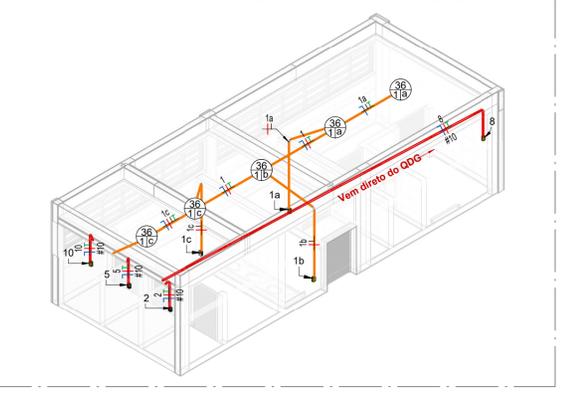
**REVISÕES**

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
00	06/1/2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	GABRIEL PEREIRA
01	06/1/2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO BÁSICO	GABRIEL PEREIRA
02	09/1/2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO EXECUTIVO	GABRIEL PEREIRA
03	01/1/2023	RESPONSA AO RELATORIO DE ANÁLISE DOS PROJETOS EXECUTIVOS	GABRIEL PEREIRA

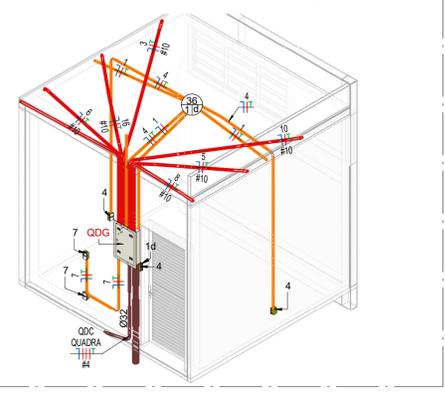
**CONTEÚDO**  
 ISOMÉTRICOS, LISTAS DE MATERIAIS E DIAGRAMAS UNIFILARES

FOLHA 03/03

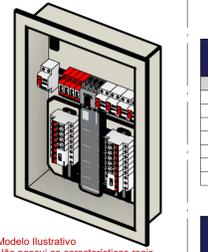
**MULTIPRO**  
 CONSULTORIAS E PROJETOS  
 CNPJ: 32.184.073/0001-77  
 ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERRAVALLE, Nº 200 - SALA 03, FLORES II MANAUS - AM  
 CONTATOS: (06)3021-8911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM  
 ARQUIVO: PE\_ELE\_EMED\_EDUARDO\_KERNE\_QUADRA\_NEVOS



04 ISOMÉTRICO - VESTUÁRIO FEMININO  
ESCALA SEM



05 ISOMÉTRICO - DEPOSITO E QDG  
ESCALA SEM



06 PAINEL - QDG  
ESCALA SEM

**CAIXAS DE PASSAGEM DE ALVENARIA**

Marca	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)
CX01	0,60	0,60	1,0
CX02	0,60	0,60	1,0
CX03	0,60	0,60	1,0
CX04	0,60	0,60	1,0
CX05	0,60	0,60	1,0
CX06	0,60	0,60	1,0
CX07	0,60	0,60	1,0

**TABELA DE LUMINÁRIAS**

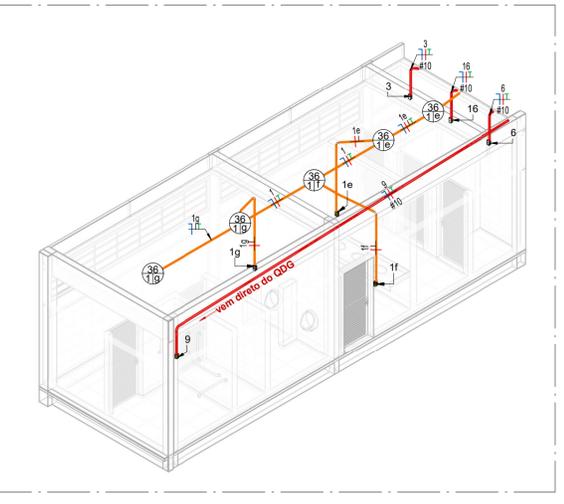
Descrição Do Material	Contagem
Refletor LED 300W	10
Conjunto Luminária LED 36W	11

**LEGENDA DE LEITURA DOS CIRCUITOS**

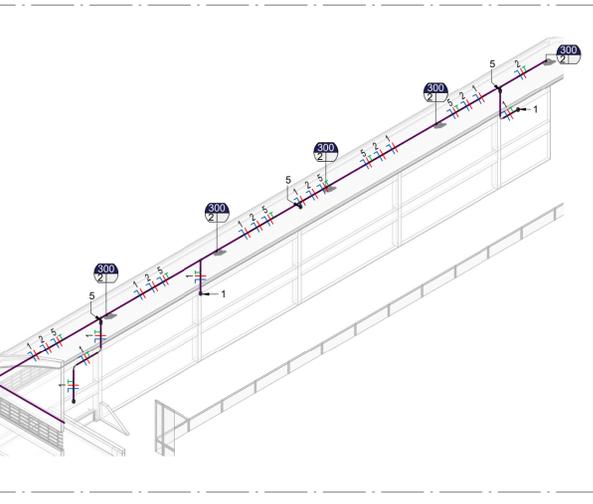
Identificação para leitura de cabeamento

Quantidade de vias: ABC  
 Aterramento com cabo de cobre com DN 35mm²  
 3 Fases com cabos de cobre com DN 70mm²  
 Neutro com cabo de cobre com DN 70mm²  
 Duas vias por Fase e neutro e via única de aterramento em cabos de cobre com DN 16mm²

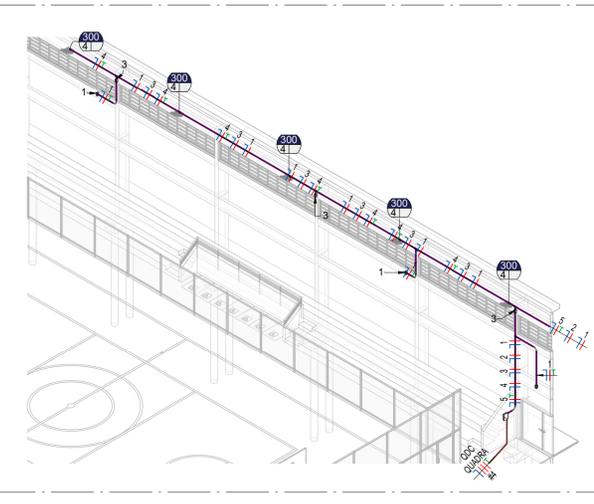
Fase: ABC  
 Retorno: Aa  
 Aterramento: ABC #10mm²  
 Fase, Neutro e Aterramento com mesma dimensão  
 Duas Fases e Aterramento em cabos de cobre com DN 40mm²



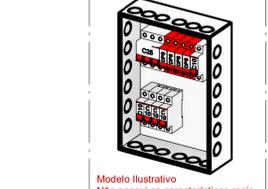
09 ISOMÉTRICO - VESTUÁRIO MASCULINO  
ESCALA SEM



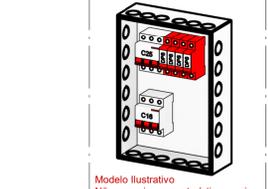
10 ISOMÉTRICO - ILUMINAÇÃO QUADRA  
ESCALA SEM



11 ISOMÉTRICO - ILUMINAÇÃO QUADRA  
ESCALA SEM



07 PAINEL - QDC ILUM QUADRA  
ESCALA SEM



08 PAINEL - QDC BOMBA  
ESCALA SEM



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

**PROJETO EXECUTIVO  
MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO  
CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

**DATA:** SETEMBRO / 2022

**CLIENTE:** E.M.E.F. EDMUNDO KERNE

**ENDEREÇO:** R. ESTÂNCIA VELHA, 542, PORTÃO VELHO -  
PORTÃO/RS

**CEP:** 93180-000

**ASSUNTO:** MEMORIAL DESCRITIVO DE SPDA;  
PROJETO EXECUTIVO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO  
CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

SALATIEL DANDOLINI KERNE  
ENG.CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
CREA: 041520628-6  
CAU N° A229032-4



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## SUMÁRIO

1. OBJETIVO .....	2
2. DADOS DO EMPREENDIMENTO.....	2
3. DOCUMENTOS E COMPONENTES DESTE PROJETO.....	2
3.1. MEMORIAIS DESCRITIVOS .....	2
3.2. PRANCHAS .....	3
4. NORMAS, DOCUMENTOS E DESENHOS DE REFERÊNCIA.....	3
5. INSTALAÇÕES DE SPDA .....	4
5.1. DEFINIÇÕES .....	4
5.2. CONSIDERAÇÕES .....	5
5.3. SISTEMA ADOTADO .....	5
5.4. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA .....	5
5.5. SUBSISTEMAS DE SPDA .....	6
5.6. EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS .....	1
5.7. RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO .....	1



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos

## LISTA DE IMAGENS

IMAGEM 1 – Barra chata em alumínio.....	6
IMAGEM 2 – Curva horizontal 90° em alumínio.....	6
IMAGEM 3 - Curva de barra chata.....	6
IMAGEM 4 – Parafuso auto perfurante sextavado com vedação ..	6
IMAGEM 5 - Bucha de nylon.....	6
IMAGEM 6 - Parafuso cabeça chata para emenda de barra.....	6
IMAGEM 7 - Arruela em inox.....	9
IMAGEM 8 - Porca sextavada.....	9
IMAGEM 9 – Rebite.....	9
IMAGEM 10 - Conector estrutural insert.....	9
IMAGEM 11 - Aterrinsert.....	9
IMAGEM 12 - Re-Bar.....	9
IMAGEM 13 - Clip galvanizado.....	9
IMAGEM 14 - Emenda em L.....	1
IMAGEM 15 - Terminal de compressão.....	1
IMAGEM 16 - Caixa de equiponcialização com 9 terminais.....	1
IMAGEM 17 - Cabo de cobre para aterramento.....	1
IMAGEM 18 - Terminal de compressão.....	1



---

## MEMORIAL DESCRITIVO

---

**DESCRIÇÃO:** MEMORIAL DESCRITIVO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

**PROPRIETÁRIO:** EMEF EDMUNDO KERNE

**OBRA:** INSTITUCIONAL

**ENDEREÇO:** R. ESTÂNCIA VELHA, 542, PORTÃO VELHO – PORTÃO/RS

**CEP:** 93180-000

**RESPONSÁVEL TEC.:** SALATIEL D. KERNE

**REV 02**

2

### 1. OBJETIVO

O presente projeto visa descrever e especificar as condições e equipamentos necessários para a execução e utilização das instalações do Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) – de uma edificação do tipo institucional.

Serão contempladas neste projeto as instalações de SPDA especificamente, de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras vigentes, instruções normativas do corpo de bombeiros e legislações vigentes.

### 2. DADOS DO EMPREENDIMENTO

Edificação de serviço – Institucional

Localização: R. Estância Velha, 542, Portão Velho – Portão/RS

Trata-se de uma **Escola Municipal de Ensino Fundamental** que terá a implantação de uma quadra poliesportiva, localizada na Rua Estância Velha, 542, Portão Velho – Portão/RS. A área Total da nova construção será de 917,72 m<sup>2</sup> (Novecentos e dezessete, e setenta e dois centésimos de metros quadrados).

### 3. DOCUMENTOS E COMPONENTES DESTE PROJETO

#### 3.1. MEMORIAIS DESCRITIVOS





Os memoriais descritivos esclarecem os procedimentos, materiais adotados, normas técnicas e características gerais do projeto. Os itens descritos neste documento visam descrever os equipamentos e acessórios do sistema, em conformidade às normas contempladas no projeto.

### **3.2. PRANCHAS**

O material gráfico anexado a este memorial ilustra e detalha o projeto das instalações com objetivo de orientar os executores da obra.

## **4. NORMAS, DOCUMENTOS E DESENHOS DE REFERÊNCIA**

Os principais critérios adotados nesse projeto, referente aos materiais utilizados e dimensionamento das peças, seguem conforme as prescrições normativas:

### **NORMAS**

- ABNT NBR 5410: “Instalações elétricas de baixa tensão”
- ABNT NBR 5419: “Proteção contra descargas atmosféricas – Partes 1, 2, 3 e 4”
- ABNT NBR 6326: “Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente”
- ABNT NBR 13571: “Hastes de aterramento em aço cobreado e acessórios – especificação”
- IEEE Std 80 – 2000: “IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding”.
- IEEE Std 665 – 1995: “IEEE Guide for Generation Station Grounding”.
- ABNT NBR15749: 2009 - Medição de resistência de aterramento e de potenciais na superfície do solo em sistemas de aterramento;
- Norma Regulamentadora NR-10 de 07 de dezembro de 2004 – Ministério do Trabalho e Emprego;

## DESENHOS DE REFERÊNCIA

- Projeto de Arquitetônico

4

## 5. INSTALAÇÕES DE SPDA

### 5.1. DEFINIÇÕES

- Descarga Atmosférica – Descarga elétrica de origem atmosférica entre uma nuvem e a terra ou entre nuvens, constituindo em um ou mais impulsos de vários quilos ampères;
- Raio – Um dos impulsos elétricos de uma descarga;
- Ponto de impacto – Ponto onde uma descarga atmosférica atinge a terra, uma estrutura ou o sistema de proteção captor;
- Eletrodo de aterramento – Elemento ou conjunto ou conjunto de elementos do subsistema de aterramento que assegura o contato elétrico com o solo e dispersa a corrente de descarga atmosférica a terra;
- Eletrodo de aterramento em anel ou malha de aterramento – Eletrodo de aterramento formando um anel fechado em volta da edificação ou estrutura;
- Descida – Parte do SPDA destinada a conduzir a corrente de descarga atmosférica desde o sistema captor até a malha de aterramento;
- Captor – Componente pontiagudo instalado no topo da edificação, destinado a interceptar as descargas atmosféricas;
- BEP – Barramento equipotencial de potência;
- DPS – Dispositivo de proteção de surto destinado a limitar as sobretensões transitórias;
- LEP – Ligação equipotencial principal;

- TAP- Terminal de aterramento principal

## 5.2. CONSIDERAÇÕES

Este documento visa fixar as diretrizes básicas para o fornecimento de materiais e mão de obra a serem aplicados na execução das instalações de SPDA.

Os materiais aplicados deverão satisfazer as especificações técnicas, atendendo os métodos e padronizações determinados em projeto e normas técnicas em sua versão atualizada. A execução dos serviços deverá ser realizada somente por profissionais especializados.

Todos os serviços deverão ser executados de acordo com o projeto de SPDA e as especificações de materiais que fazem parte integrante do Memorial Descritivo em conformidade com a planilha orçamentária.

As instalações de SPDA contemplam a instalação de componentes exclusivos para a capacitação e dissipação de descargas elétricas de origem atmosféricas. O sistema visa garantir segurança para a instalação predial e pessoas nas proximidades e interior da edificação.

As imagens apresentadas são ilustrativas, conforme a especificação técnica apresentada e referência de fabricante.

É indicado que seja utilizado, preferencialmente, equipamentos e acessórios de um único fabricante para o mesmo sistema, de forma a facilitar a instalação, eficiência e manutenção.

## 5.3. SISTEMA ADOTADO

Os sistemas de proteção utilizados são do tipo Gaiola de Faraday.

O método de Faraday apresenta níveis de proteção elevados, consistindo em malha de condutores para captação na parte superior da edificação, interligados por condutores de descida ao subsistema de aterramento.

## 5.4. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

- a) Método de proteção: Gaiola de Faraday
- b) Subsistema de captação: estrutura metálica da cobertura
- c) Distância dos condutores de descida: máxima 15m
- d) Subsistema de descida: Re-Bar 50mm<sup>2</sup>
- e) Subsistema de aterramento: Re-Bar 50mm<sup>2</sup>

## 5.5. SUBSISTEMAS DE SPDA

### 5.5.1. CARACTERÍSTICAS DO MÉTODO GAIOLA DE FARADAY

#### 5.5.1.1. SUBSISTEMA DE CAPTAÇÃO

O modo de captação será por meio de malha em barra chata de alumínio 7/8" x 1/8" x 3m – 70mm<sup>2</sup>, com módulo máximo de 15m x 15m, fixados diretamente nas telhas metálicas, por meio de rebites 4.0 x 15mm ou parafusos auto perfurantes sextavado com vedação 1/4" x 7/8", o local perfurado deverá estar devidamente vedado.



IMAGEM 1 – Barra chata em alumínio.



IMAGEM 2 – Curva horizontal 90° em alumínio.



IMAGEM 3 - Curva de barra chata.



IMAGEM 4 – Parafuso auto perfurante sextavado com vedação



IMAGEM 5 - Bucha de nylon.



IMAGEM 6 - Parafuso cabeça chata para emenda de barra.



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos



IMAGEM 7 - Arruela em inox.



IMAGEM 8 - Porca sextavada.



IMAGEM 9 – Rebite.

### 5.5.1.2. SUBSISTEMA DE DESCIDA

As descidas serão do tipo estrutural, em RE-BAR 50mm<sup>2</sup>, em aço.

A conexão da malha de captação (barra chata) e o sistema de descida (re-bar) deverá ser feita por meio de conector (aterrinsert e clips galvanizados e conector estrutural insert).

As descidas deverão ser inseridas na parte mais externa do pilar, fixadas nos estribos por arame.

As distancias entre descidas não deverá ultrapassar 15 metros.



IMAGEM 10 - Conector estrutural insert



IMAGEM 11 - Aterrinsert.



IMAGEM 12 - Re-Bar



IMAGEM 13 - Clip galvanizado



### 5.5.1.3. SUBSISTEMA DE ATERRAMENTO

O aterramento será por meio de RE-BAR 50mm<sup>2</sup>, embutido nas vigas baldrame.

1

A interligação do subsistema de descida com o subsistema de aterramento será por meio de clips galvanizados 3/8".

Quando houver necessidade de curvas, deverão ser utilizadas emendas em "L" e clips galvanizados. Quando houver necessidade de emendas de Re-Bars, estas deverão ser transpassadas em 20cm (mínimo).

A malha de aterramento deverá possuir uma resistência máxima, em qualquer época do ano, não superior a 10 Ohms.



IMAGEM 14 - Emenda em L



IMAGEM 15 - Terminal de compressão.

### 5.6. EQUALIZAÇÃO DE POTENCIAIS

Deverá ser instalada uma caixa de equalização de potenciais com 5 terminais na edificação.

Esta caixa será interligada ao subsistema de aterramento por meio de um conector estrutural insert e cabo de cobre verde 50mm<sup>2</sup>.

O aterramento, dos demais quadros, deverá ser por meio de cabo de cobre verde 16mm<sup>2</sup> e terminal de compressão.

O aterramento deverá possuir uma resistência máxima, em qualquer época do ano, não superior a 10 Ohms.



**MULTIPRO**  
Consultorias e Projetos



*IMAGEM 16 - Caixa de equiponcialização com 9 terminais.*



*IMAGEM 17 - Cabo de cobre para aterramento.*



*IMAGEM 18 - Terminal de compressão.*

### **5.7. RECOMENDAÇÕES PARA EXECUÇÃO**

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas deverá ser instalado conforme NBR-5419:2015 (Partes 1, 2, 3 e 4).

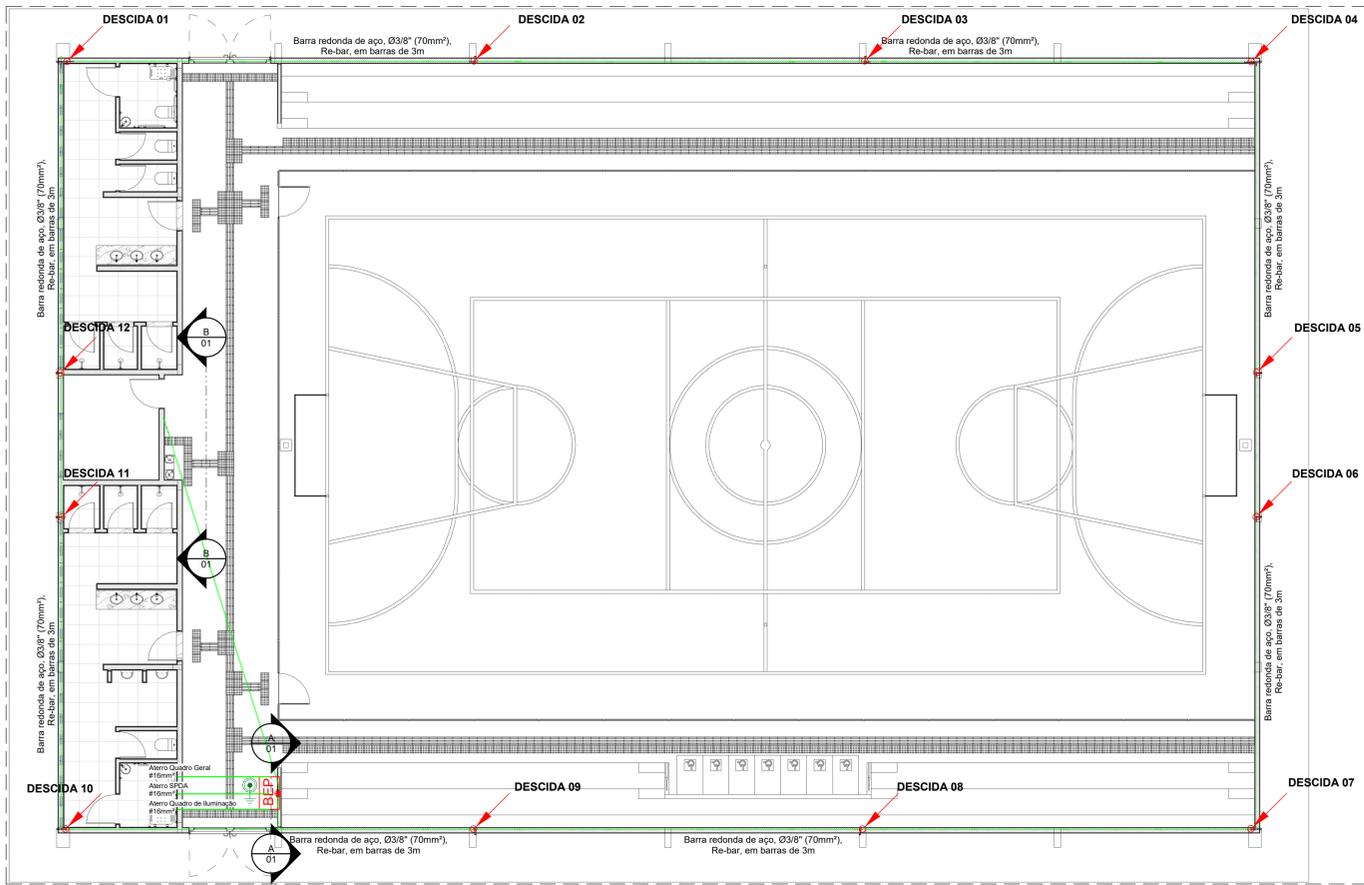
Todas as estruturas metálicas externas deverão ser interligadas entre si para garantir a continuidade elétrica da mesma (telhas e treliças, terças).

Deverá ser feita a equalização de potenciais da malha de aterramento do SPDA com o aterramento elétrico, telefônico, tubulação de incêndio, ou seja, todos os aterramentos deverão estar interligados.

A resistência da malha de aterramento deverá ser inferior a 10 (dez) ohms. Caso este valor não seja atingido, caberá ao instalador a complementação da malha de aterramento, ou o tratamento do solo.

Para certificação da continuidade elétrica da estrutura da edificação, deverá ser realizado teste de continuidade elétrica através de micro-ohmímetro.

O sistema deverá ter uma manutenção preventiva anual e sempre que atingido por descargas por descarga atmosférica, para verificar eventuais irregularidades e garantir a eficiência do SPDA. Não é função do SPDA a proteção de equipamentos eletroeletrônicos.



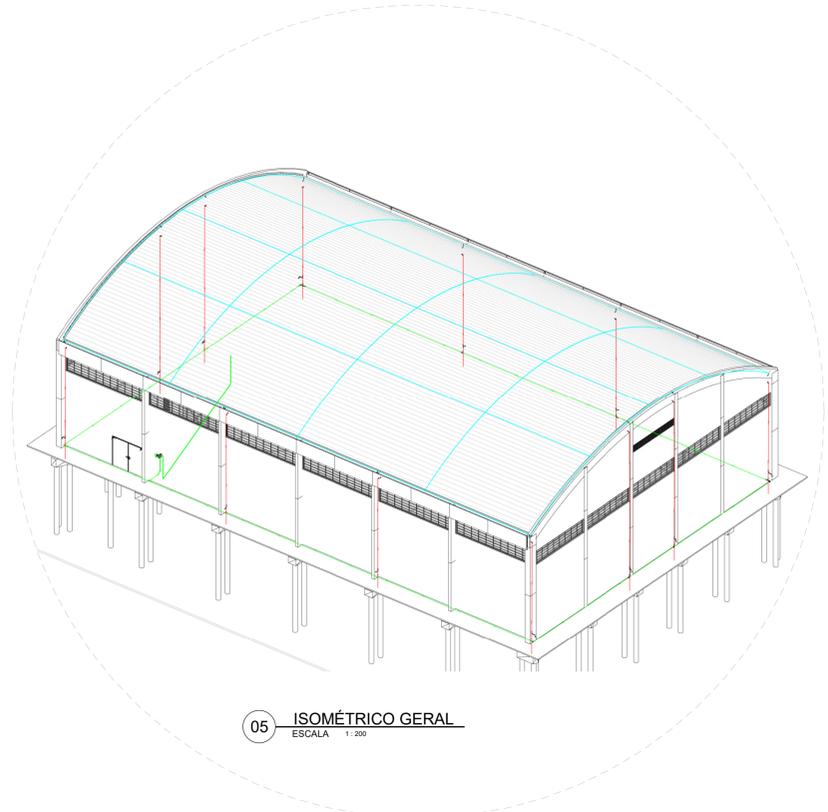
02 PLANTA BAIXA - SISTEMA DE ATERRAMENTO  
ESCALA 1:100

QUANTITATIVO DE MATERIAIS - COMPONENTES	
Descrição do Material	Quantidade (peças)
<b>SPDA e Aterramento</b>	
Caixa de Equipotencialização com 9 Terminais para uso Interno, 210 x 210 x 90mm, em aço	1
Clip de aço galvanizado para conexão de barras de 8 a 10 mm de diâmetro	372
Conector ATERRINSERT com disco em latão e rosca fêmea M12. Distância entre Re-bar e face da fôrma regulável entre 25 e 40 mm	25
Conector com pino M12	12
Fixador universal de latão estanhado para cabos de 16 a 70mm²	36
Parafuso Autoatarrachante em Aço Inox, Ø4,2 x 32mm, fornecido com bucha de nylon	2143
Parafusos Cabeça Chata para Emenda de Barras, Ø1/4" x 7/8"	1260
Redutor prisma em parafuso, M12 x 3/16" em latão com parafuso inox	25

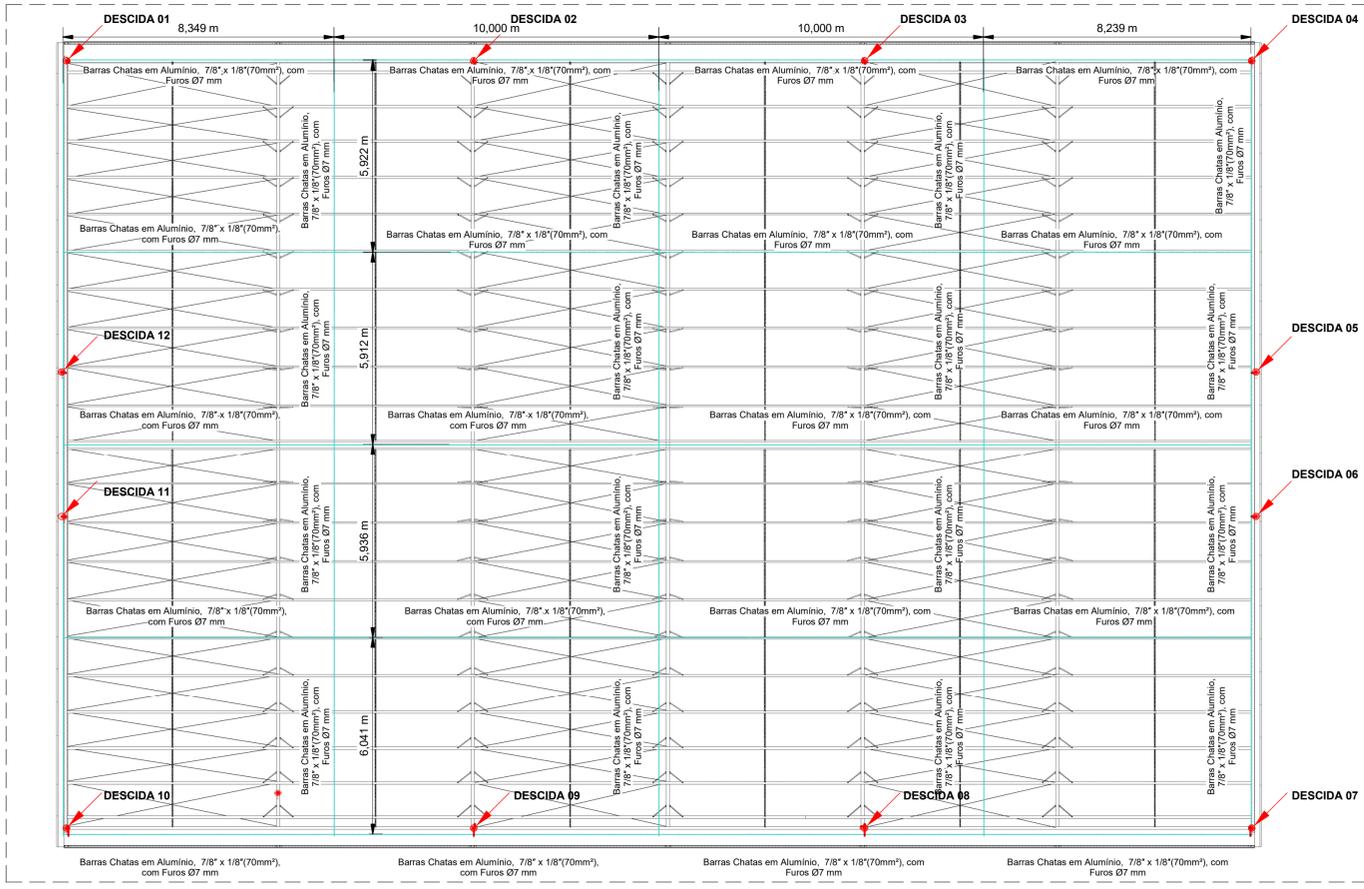
QUANTITATIVOS DE ELETRODUTOS E CABOS DE SPDA	
Descrição do Material	Comprimento (m)
Cabo de cobre nº #50mm², conforme NBR6524	3,68
Eletroduto flexível corrugado PEAD, conforme NBR15715	16,43

QUANTITATIVO DE BARRAS DE AÇO	
Descrição do Material	Comprimento (m)
Barra redonda de aço, Ø3/8" (70mm²), Re-bar, em barras de 3m	255,92

QUANTITATIVO DE COMPONENTES POR COMPRIMENTO			
Descrição do Material	Dimensões	Comprimento Total (m)	Referência Fabricante
<b>SPDA e Aterramento</b>			
Barras Chatas em Alumínio, 7/8" x 1/8" (70mm²), com Furos Ø7 mm	7/8" x 1/8" (70mm²)	299,39	Termotécnica Ref. TEL-771



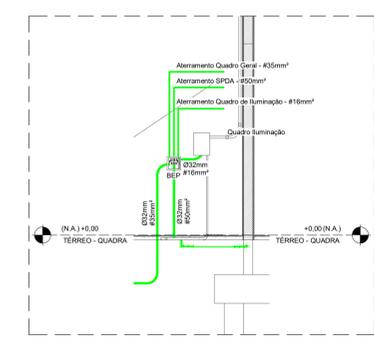
05 ISOMÉRICO GERAL  
ESCALA 1:200



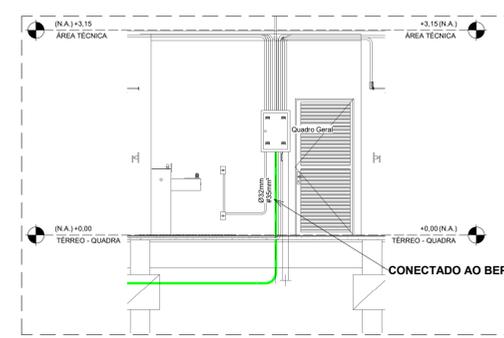
01 PLANTA DE COBERTURA - SISTEMA DE CAPTAÇÃO  
ESCALA 1:100

LEGENDA SPDA	
	- Re-bar 50mm² - Vigas Baldrame
	- Re-bar 50mm² - Pilares
	- Malha de Captação - Barras Chatas em Alumínio, 7/8" x 1/8" (70mm²), com Furos Ø7 mm
	- Indicação de Descida
	- Caixa de equalização
	- CONECTOR COM PINO PARATERRINSERT
	- ATERRAMENTO

QUANTITATIVO DE CABOS DE ATERRAMENTO	
Descrição do Material	Comprimento (m)
Cabo de 50mm²	01,20
Cabo de 35mm²	16,58
Cabo de 16mm²	00,40



03 CORTE A-A  
ESCALA 1:50



04 CORTE B-B  
ESCALA 1:50

**Notas Gerais:**

- 1 - Todas as dimensões de elementos do projeto encontram-se em milímetros, exceto onde indicado contrário.
- 2 - As barras redondas de aço e as barras chatas de alumínio não poderão ser dobradas formando arestas ou cantos, deverão ser feitas curvas de raio longo ou que não comprometam suas estruturas.
- 3 - Todas as estruturas metálicas deverão ser aterradas.
- 4 - Projeto conforme Norma NBR-5419/2015.
- 5 - Todas as estruturas metálicas no topo da edificação deverão ser interligadas ao sistema de SPDA.
- 6 - O sistema deverá ter uma manutenção preventiva anual e sempre que atingido por descargas atmosféricas para verificar eventuais irregularidades e garantir a eficiência do SPDA.
- 7 - O sistema de SPDA não impede a ocorrência das descargas atmosféricas e não pode assegurar a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e bens. Entretanto, a aplicação da referida norma reduz de forma significativa os riscos de danos devidos às descargas atmosféricas.
- 8 - As estruturas metálicas que estiver a menos de 0,5m de distância das descidas deverão ser interligadas as descidas, equalizando os potenciais e evitando centelhas perigosas.

**SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

REV 04

CONTRATANTE: E.M.F. EDUARDO KERNE  
 AUTOR DO PROJETO: Salatiel D. Kerne  
 RESPONSÁVEL OBRA: ART.

REVISÕES			
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
00	07/2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	GABRIEL PEREIRA
01	09/2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO BÁSICO	GABRIEL PEREIRA
02	10/2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO EXECUTIVO	GABRIEL PEREIRA
03	01/2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	MANUELA BATISTA
04	03/2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	

**CONTEÚDO PLANTA BAIXA - QUADRA - SISTEMA DE PROTEÇÃO A DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

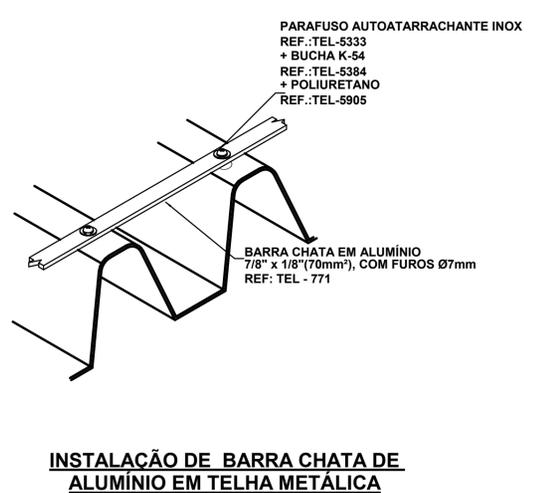
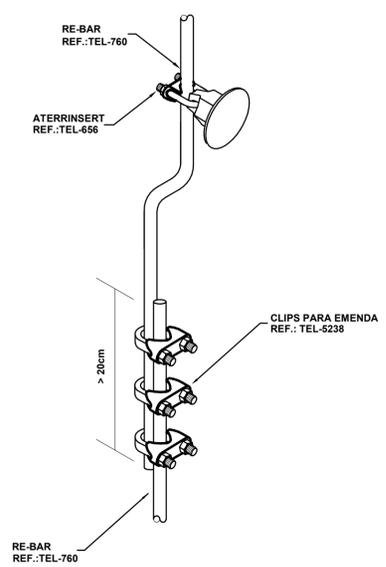
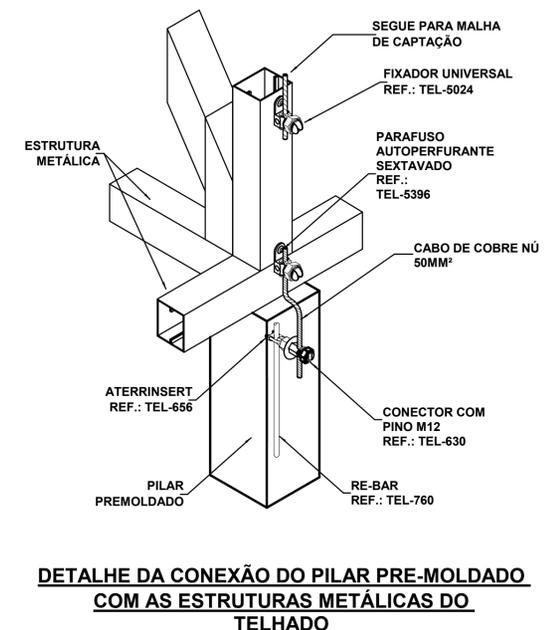
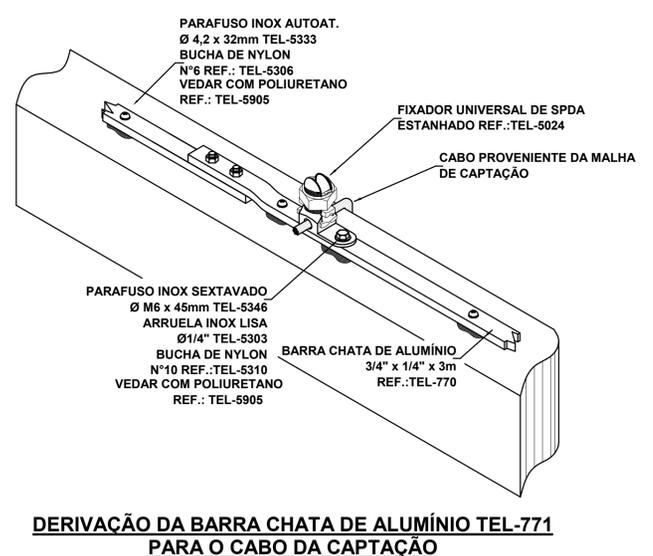
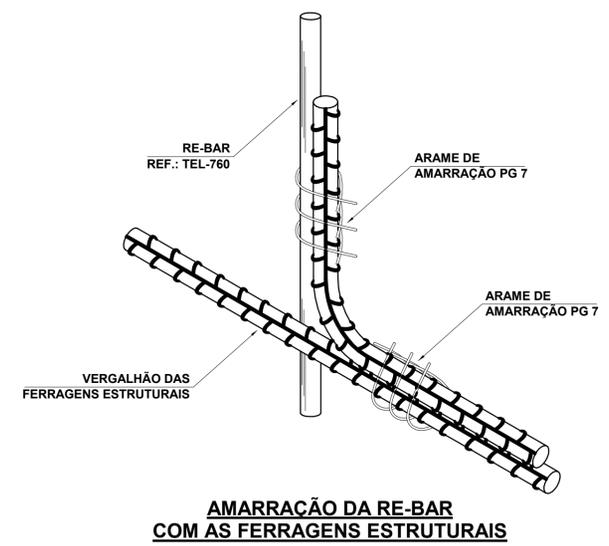
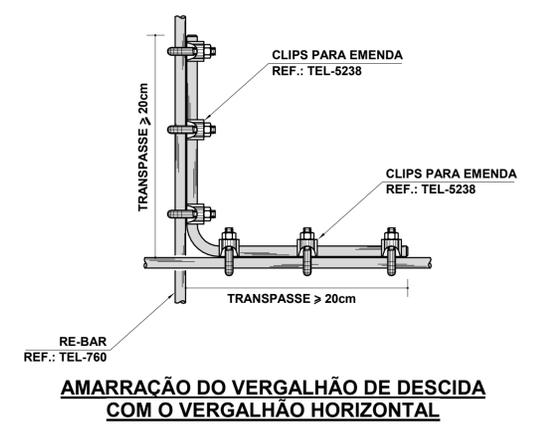
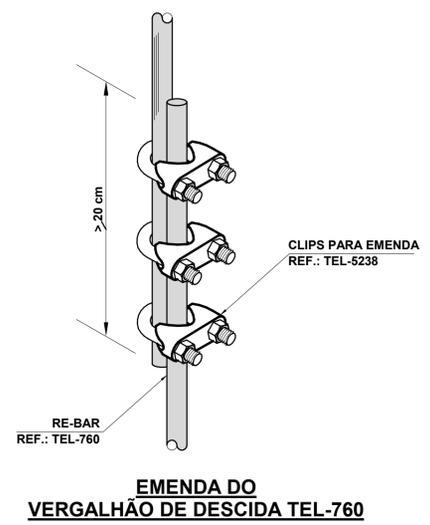
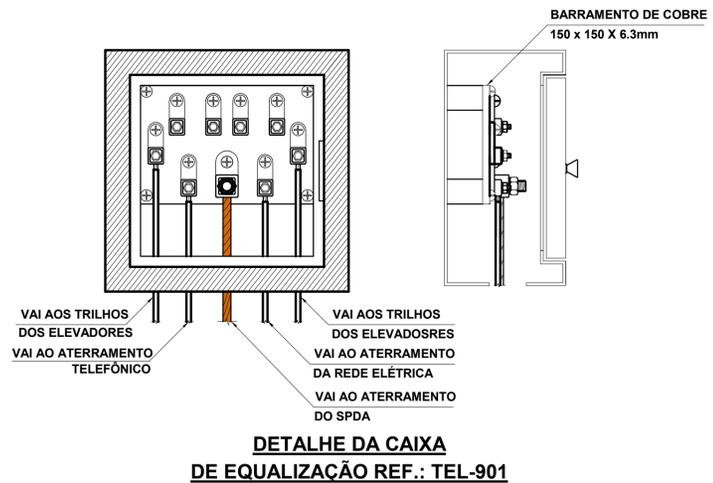
FOLHA 01/02

**M MULTIPRO**  
CONSULTORIAS E PROJETOS

ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERRAIRM Nº 290 - SALA 03, FLORES II MANAUS - AM  
 CONTATOS: (62)2021-8911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

OBRA: INSTITUCIONAL  
 LOCAL: R. ESTÂNCIA VELHA, 542 - PORTÃO VELHO, PORTÃO - RS, 93180-000  
 DESENHADO: LYNCONN TEIXEIRA  
 DATA: SETEMBRO / 2022  
 ESCALA DO DESENHO: INDICADA  
 ARQUIVO: PE\_SPDA\_EMF\_EDUARDO KERNE\_REV04





**PROJETO SISTEMA DE PROTEÇÃO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS** REV 04

CONTRATANTE: \_\_\_\_\_ E.M.E.F. VILA SÃO JORGE

AUTOR DO PROJETO: *Salvador D. Kerne* SALVADOR D. KERNE  
ENG. CIVIL / ARQUITETO & URBANISTA  
 CREA Nº 54155028-6  
 CAU Nº A229032-4

RESPONSÁVEL OBRA: \_\_\_\_\_

REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	RESPONSÁVEL
00	08 / 2022	EMISSÃO INICIAL - ESTUDO PRELIMINAR	GABRIEL PEREIRA
01	09 / 2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO BÁSICO	GABRIEL PEREIRA
02	11 / 2022	EMISSÃO INICIAL - PROJETO EXECUTIVO	GABRIEL PEREIRA
03	01 / 2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	LYNCKEN TEIXEIRA
04	03 / 2023	PROJETO EXECUTIVO - ATUALIZAÇÃO DE PROJETO	GABRIEL PEREIRA

**CONTEÚDO**  
 PLANTA DE DETALHAMENTO FOLHA 02/02

**M MULTIPRO**  
 CONSULTORIAS E PROJETOS  
CNPJ: 32.184.073/0001-77

OBRA: INSTITUCIONAL  
 LOCAL: R. BATINGA, 138 - PORTÃO VELHO, PORTÃO - RS, 93180-000  
 DESENHO: GABRIEL ALBUQUERQUE PEREIRA SITE  
 DATA: SETEMBRO / 2022  
 ESCALA DO DESENHO: INDICADA  
 ARQUIVO: PE\_SPDA\_EMEF\_GONCALVES\_DIAS\_REV04

ENDEREÇO: RUA VISCONDE DE SERGIOPOL, Nº 290 - SALA 03, FLORES / MANAUS - AM  
 CONTATOS: (051) 3021-9911 | CONTATO@MULTIPROPROJETOS.COM

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTÃO

OBRA: EXECUÇÃO DE QUADRA POLIESPORTIVA PARA A ESCOLA EMEF. EDMUNDO KERN.

## DECLARAÇÃO DE BDI

O regime de execução da obra será por preço global

Declaramos ainda que a alíquota de ISSQN no município é de 3,5% a incidir sobre o valor de mão de obra.  
Para a obra em questão é considerada a relação de 40% é mão de obra e 60% material

Oportunamente, declaramos que a opção de orçamento considerando os encargos SEM DESONERAÇÃO é a opção mais econômica para o cliente

### Composição do BDI (conforme Acórdão 2622/2013 TCU)

TIPO DE OBRA: 1 - Construção de Edifícios

Itens		Adotado (%)
AC	ADM CENTRAL	4,00
S+G	SEGURO E GARANTIA	0,80
R	RISCO	1,27
DF	DESP. FINANCEIRAS	1,23
L	LUCRO	7,40
I	IMPOSTOS	5,05
	PIS	0,65
	COFINS	3,00
	ISSQN	1,40
	CPRB	0,00

### Fórmula do BDI

$$BDI = \frac{(1 + AC + S + G + R) * (1 + DF) * (1 + L)}{(1 - I)} - 1$$

### BDI Resultante

<b>BDI Resultante</b>	<b>21,45%</b>
-----------------------	---------------

MANAUS, 24 de setembro de 2023.



Salatiel Dandolini Kerne



Documento assinado digitalmente  
SALATIEL DANDOLINI KERNE  
Data: 24/09/2023 21:13:25-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

PROPRIETÁRIO: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTÃO

OBRA:

EXECUÇÃO DE QUADRA POLIESPORTIVA PARA A ESCOLA EMEF. EDMUNDO KERN.

## ENCARGOS SOCIAIS

ENCARGOS SOCIAIS SOBRE A MÃO DE OBRA - VIGÊNCIA A PARTIR DE 12/2022					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	COM DESONERAÇÃO		SEM DESONERAÇÃO	
		HORISTA %	MENSALISTA %	HORISTA %	MENSALISTA %
<b>GRUPO A</b>					
A1	INSS	0,00%	0,00%	20,00%	20,00%
A2	SESI	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
A3	SENAI	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
A4	INCRA	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
A5	SEBRAE	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%
A6	Salário Educação	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
A7	Seguro contra acidentes de trabalho	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
A8	FGTS	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
A9	SECONCI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
A	Total	16,80%	16,80%	36,80%	36,80%
<b>GRUPO B</b>					
B1	Repouso semanal remunerado	17,93%	NÃO INCIDE	17,93%	NÃO INCIDE
B2	Feriados	4,24%	NÃO INCIDE	4,24%	NÃO INCIDE
B3	Auxílio - enfermidade	0,86%	0,66%	0,86%	0,66%
B4	13º Salário	10,94%	8,33%	10,94%	8,33%
B5	Licença paternidade	0,07%	0,05%	0,07%	0,05%
B6	Faltas justificadas	0,73%	0,56%	0,73%	0,56%
B7	Dias de chuva	1,56%	NÃO INCIDE	1,56%	NÃO INCIDE
B8	Auxílio acidente de trabalho	0,10%	0,08%	0,10%	0,08%
B9	Férias gozadas	10,28%	7,83%	10,28%	7,83%
B10	Salário maternidade	0,04%	0,03%	0,04%	0,03%
B	Total	46,75%	17,54%	46,75%	17,54%
<b>GRUPO C</b>					
C1	Aviso prévio indenizado	4,56%	3,47%	4,56%	3,47%
C2	Aviso prévio trabalhado	0,11%	0,08%	0,11%	0,08%
C3	Férias indenizadas	3,35%	2,55%	3,35%	2,55%
C4	Depósito rescisão sem justa causa	2,83%	2,15%	2,83%	2,15%
C5	Indenização adicional	0,38%	0,29%	0,38%	0,29%
C	Total	11,23%	8,54%	11,23%	8,54%
<b>GRUPO D</b>					
D1	Reincidência de grupo a sobre grupo B	7,85%	2,95%	17,20%	6,45%
D2	Reincidência de grupo a sobre aviso prévio trabalhado e reincidência FGTS sobre aviso prévio indenizado	0,38%	0,29%	0,41%	0,31%
D	Total	8,23%	3,24%	17,61%	6,76%
<b>TOTAL (A+B+C+D)</b>		<b>83,01%</b>	<b>46,12%</b>	<b>112,77%</b>	<b>69,88%</b>

*Salatiel D Kerne*

SALATIEL DANDOLINI KERNE  
ENGENHEIRO CIVIL



Documento assinado digitalmente

SALATIEL DANDOLINI KERNE

Data: 24/09/2023 21:22:25-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

MANAUS, 24 de setembro de 2023.