

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

**ANDRÉ HENRIQUE ROGÉRIO
DANIEL PIO DE OLIVEIRA
ELSON SOARES
JOÃO PEDRO APARECIDO MOREIRA
LUCAS ALVES GARCIA BANHOS**

**ESTUDO SOBRE UMA EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL EM
ESTRUTURA METÁLICA**

ATIBAIA – 2017

**FAAT FACULDADES
ENGENHARIA CIVIL**

**ANDRÉ HENRIQUE ROGÉRIO
DANIEL PIO DE OLIVEIRA
ELSON SOARES
JOÃO PEDRO APARECIDO MOREIRA
LUCAS ALVES GARCIA BANHOS**

**ESTUDO DE CASO DE UMA EDIFICAÇÃO INDUSTRIAL
EM ESTRUTURA METÁLICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil pela FAAT FACULDADES, sob orientação do (a) professor (a) Alexandre Azevedo

ATIBAIA – 2017

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por sempre estar ao nosso lado e dispor de seus inúmeros dons e assim nos possibilitando de concluir esta importante etapa de nossa vida. Pois tudo é para Ele e por Ele.

João Pedro Aparecido Moreira,

Agradeço aos meus familiares, especialmente a minha mãe que sempre disse que eu seria capaz, e que aquele momento difícil era apenas um degrau que eu tinha que subir, a meu pai que não demonstrando muito tenho certeza que sempre se pedia ao Senhor que me aparasse para que eu pudesse entregar este trabalho. Tenho a agradecer a minha namorada Priscilla que sempre esteve do meu lado durante este trabalho muitas vezes abdicando de seu tempo para estar comigo dizer que eu iria conseguir.

Devo muito aos meus professores de modo geral que sempre me ajudaram de alguma forma, dando um conselho e até mesmo uma pequena aula no corredor da FAAT. Obrigado a Professora Carolina e Luiz Carlos que muitas vezes dispuseram de seus tempos de trabalho e tiraram minhas dúvidas sobre o projeto. Obrigado a Professora Adélia que na reta final dispôs do seu tempo para ler e me orientar sobre a monografia. Ao nosso orientador Alexandre que nos forneceu material para elaboração do projeto. Temos que agradecer a FAAT de modo geral nos proporcionou momentos incríveis, um aprendizado estupendo, e amigos especiais.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
As	Área de aço
ASTM	American Society for Testing and Materials
CA50	Resistência do aço
CAD	AutoCad
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
Cpe	Coefficiente de pressão externa
Cpi	Coefficiente de pressão interna
FAAT	Faculdades Atibaia
m	Metro
m ²	Metro quadrado
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetro
MPa	Mega Pascal
NA	Nível de água
SPT	Standard Penetration Test
VS	Viga soldada
Φ	Diâmetro

RESUMO

Este trabalho foi elaborado com o objetivo de mostrar de forma prática sobre o que compõe um projeto de um galpão industrial em estrutura metálica para fins de locação. Podemos encontrar estudos variados na área da engenharia civil, todos fundamentados em referenciais teóricos e conhecimentos adquiridos ao longo do curso. A implantação do galpão em estudo é justificada por ideias de expansões econômicas no interior do estado e questões logísticas, além do que a metodologia construtiva adotada no galpão em estudo é extremamente vantajosa em inúmeros aspectos comparado com as demais. Projetos básicos são apresentados e considerações fundamentais a serem feitas na concepção de um projeto, bem como alguns documentos a serem apresentados.

No decorrer deste trabalho serão apresentadas todas as fases necessárias para a construção de um galpão em estrutura metálica, desde o estudo do local para a implantação, escolha da fundação de acordo com o solo, tipo de vedação de alvenaria construtiva utilizado, projeto de aproveitamento de água, projeto de corpo de bombeiros, com um estudo voltado a proteção da estrutura metálica em relação ao fogo, e projeto estrutural. Além disso, o trabalho busca demonstrar que através da otimização de prazo, customização dos processos e métodos, aliados a uma estimativa de custo, a construção deste galpão em estrutura metálica é um empreendimento de melhor escolha e opção, frente a um período de incertezas por qual o país está passando.

Palavras chave: Galpão, estrutura metálica, fundação, projeto estrutural, aproveitamento de água, bombeiros.

ABSTRACT

This work was elaborated with the objective of showing in a practical way about what composes a project of an industrial shed in metallic structure for leasing purposes. We can find varied studies in the area of civil engineering, all based on theoretical references and knowledge acquired throughout the course. The construction of the shed is justified by ideas of economic expansions in the interior of the state and logistic issues, in addition to that the constructive methodology adopted in the shed under study is extremely advantageous in many aspects compared to the others. Basic projects are presented and fundamental considerations are made in the design of a project, as well as some documents to be presented.

In the course of this work all the necessary phases will be presented for the construction of a shed in metallic structure, from the study of the site to the implantation, choice of foundation according to the soil, type of vedal unseed in masonry, exploitation of water, fireman of study, with a study focused on the protection of the metallic structure in relation to the firedepartment, and structural design. In addition, the work seeks to demonstrate that through the optimization of term, customization of processes and methods, together with a cost estimate, the construction of this shed in metal structure is a better choice and option enterprise, faced with a period of uncertainties what country is going.

Keywords: Shed, metal structure, foundations, metal structure, exploitation of water, fire department.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Local do empreendimento	23
Figura 2: Localização IGC	24
Figura 3: Comparativo: Linhas de metrô	31
Figura 4: Gráfico - Galpão em estudo	33
Figura 5: Esquema simplificado do sistema de aproveitamento de água pluvial	34
Figura 6: Área de Contribuição	37
Figura 7: Tipo de Superfície	38
Figura 8: Distribuição de áreas de contribuição e calhas	38
Figura 9: Capacidade de calha retangulares com $i = 0,5\%$ ($h = 2/3b$ e Vazão em L/min)	40
Figura 10: Ábaco de calha com saída em aresta v	40
Figura 11: Reservatório de descarte com torneira- boia.	43
Figura 12: Reações normais no solo.	46
Figura 13: Reações de momento no solo	47
Figura 14 : Disposição da armadura principal.....	51
Figura 15: Disposição da armadura de pele	52
Figura 16: Corte transversal genérico do piso industrial	53
Figura 17: Esquema do eixo da empilhadeira.....	57
Figura 18: Vento 0°	63
Figura 19: Vento 90°	63
Figura 20: Telhado Vento 0°	64
Figura 21: Telhado Vento 90°	64
Figura 22: Cargas de vento na estrutura 0°	65
Figura 23: Cargas de vento na estrutura 90°	65
Figura 24: Cargas de vento na estrutura 90° $C_{pi} = 0,30$	66
Figura 25: Esquema estático com carga permanente.....	67
Figura 26: Esquema estático com carga acidental.	68
Figura 27: Esquema estático do pórtico definido com a Seção das barras.	74
Figura 28: Figura: Esquema estático da terça com dimensão da seção.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Engenharia e Custos - Galpão industrial.....	20
Tabela 2: Índice de pessoas por metro quadrado.....	26
Tabela 3: Proporção de banheiros por usuários	27
Tabela 4: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação.	29
Tabela 5: Classificação quanto a altura.	29
Tabela 6: Classificação das edificações quanto à carga de incêndio.....	30
Tabela 7: Parâmetro da demanda de água potável para uso externo.....	35
Tabela 8: Previsão da máxima intensidade de chuva em mm/h para Bragança Paulista	37
Tabela 9: Área de Contribuição (A) de cada telhado.	39
Tabela 10: Vazão de Projeto (Q)	39
Tabela 11: Métodos de cálculo para dimensionamento de reservatório	41
Tabela 12: Dados de precipitações mensais da cidade de Atibaia	42
Tabela 13: Dimensionamento da estaca de fundação	48
Tabela 14: Dimensionamento do bloco de fundação	50
Tabela 15: Diâmetros das barras x espessura piso	54
Tabela 16: Valor de k	55
Tabela 17: Valor de K3.....	58
Tabela 18: Tela soldada nervurada Gerdau	59
Tabela 19: Valores do coeficientes de ponderação das ações	69
Tabela 20: Limites de deslocamentos	73

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	OBJETIVO GERAL.....	16
2.1.	Objetivos Específicos.....	16
2.2.	Justificativa.....	16
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
4.	METODOLOGIA.	23
5.	RESULTADOS ENCONTRADOS.....	26
5.1.	Projeto Arquitetônico.....	26
5.2.	Considerações em relação ao fogo.....	27
5.2.1.	Normas de incêndio.....	28
5.2.2.	Projeto Técnico Simplificado	29
5.3.	PLANEJAMENTO	31
5.3.1.	Estrutura Analítica de Projetos	32
5.3.2.	Curva S	32
5.4.	Estudo de aproveitamento de águas pluviais.....	34
5.4.1.	Introdução	34
5.4.2.	Determinação da demanda de consumo.....	35
5.4.3.	Dimensionamento de calhas e condutores.....	36
5.4.4.	Intensidade Pluviométrica	36
5.4.5.	Área de Contribuição e Vazão de Projeto	37
5.4.6.	Dimensionamento de Calhas	39
5.4.7.	Dimensionamento de Condutores Verticais	40
5.4.8.	Dimensionamento: reservatório de água de chuva	41
5.4.9.	Reservatório de primeiro descarte.....	42
5.4.10.	Estimativa de custo	43

5.5.	FUNDAÇÃO	45
5.5.1.	Cargas na fundação.	45
5.5.2.	Estaca hélice contínua	45
5.5.3.	Cálculo da Fundação.....	46
5.5.4.	Cargas atuantes	46
5.5.5.	Definição do comprimento de estaca.	47
5.5.6.	Armadura da estaca	49
5.5.7.	Bloco de fundação.....	49
5.5.7.1.	Armadura no bloco	51
5.5.7.1.1.	Armadura Principal	51
5.5.7.1.2.	Armadura de pele	51
5.5.7.1.3.	Estribos do bloco	52
5.6.	Conceito básico sobre piso industrial	53
5.6.1.	Fundação do pavimento	53
5.6.2.	Juntas de transferência	54
5.6.3.	Dimensionamento do pavimento	54
6.	ESTRUTURA METÁLICA	60
6.1.	Dimensionamento	60
6.2.	Documentação do projeto	61
6.3.	Ações atuantes na estrutura	61
6.3.1.	Ações permanentes.....	61
6.3.2.	Ações variáveis	62
6.4.	Cálculos de ventos.....	62
6.5.	Considerações das cargas permanentes	66
6.6.	Considerações das cargas acidentais.....	67
6.7.	Combinações	68
6.8.	Pré dimensionamento	70

6.8.1. Pilares	70
6.9. Vigas	70
6.10. Tirantes	71
6.11. Terças	71
6.12. Análise dos deslocamentos.....	71
6.12.1. Análise dos deslocamentos nas vigas de cobertura.....	71
6.13. Análise dos deslocamentos nos pilares.	72
6.13.3. Definição.	73
7. CONCLUSÃO	75
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS.....	78

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a dificuldade de extração e fornecimento da madeira devido a restrições de órgãos públicos e movimentos de preservação ambiental aliados a produtos ecológicos e sustentáveis, acarretou em uma alta do custo dessa matéria prima, praticamente inviabilizando sua utilização em diversos setores entre eles a construção civil, que se viu prejudicada na obtenção do produto. Esse fato aliado a um aumento crescente da demanda de construção imobiliária e investimentos diversos em infraestrutura no país, fez com que a engenharia buscasse soluções para substituição da madeira em várias situações.

Em meio a esse cenário a utilização do aço vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, a fim de tornar viáveis preços mais competitivos e garantir uma segurança quanto ao fornecimento de matéria prima. A busca por melhores resultados em um curto espaço de tempo é o que encontramos quando utilizamos estrutura metálica na construção de galpões industriais.

O aço é a mais versátil e a mais importante das ligas metálicas. É produzido em uma variedade de tipos, formas, composições e cada qual atendendo eficientemente a uma ou mais aplicações. Esta variedade decorre da necessidade de contínua adequação do produto às exigências de aplicações específicas que vão surgindo no mercado, seja pelo controle da composição química, seja pela garantia de propriedades específicas ou, ainda, na forma final (chapas, perfis, tubos, barras, etc.). Segundo o Centro Brasileiro da Construção em Aço, CBCA, existem mais de 3500 tipos diferentes de aços, e cerca de 75% deles foram desenvolvidos nos últimos 20 anos.

A quantidade de carbono presente no aço define sua classificação. Os aços de baixo carbono possuem um máximo de 0,3% deste elemento e apresentam grande ductilidade. São bons para o trabalho mecânico e soldagem, não sendo temperáveis, utilizados na construção de edifícios, pontes, navios, automóveis, dentre outros usos. Os aços de médio carbono possuem de 0,3% a 0,6% de carbono e são utilizados em engrenagens, bielas e outros componentes mecânicos (CBCA, 2013). São aços que, temperados e revenidos, atingem boa tenacidade e resistência. Aços de alto carbono possuem mais do que 0,6% de carbono e apresentam elevada dureza e resistência após têmpera. São comumente utilizados

em trilhos, molas, engrenagens, componentes agrícolas sujeitos ao desgaste, pequenas ferramentas etc.

Na construção civil, o interesse maior recai sobre os chamados aços estruturais de média e alta resistência mecânica, termo designativo a todos os aços que, devido à sua resistência, ductilidade e outras propriedades, são adequados para a utilização em elementos da construção sujeitos a carregamento. Os principais requisitos para os aços destinados à aplicação estrutural são: elevada tensão de escoamento, elevada tenacidade, boa soldabilidade, homogeneidade microestrutural, susceptibilidade de corte por chama sem endurecimento e boa trabalhabilidade em operações tais como corte, furação e dobramento, sem que se originem fissuras ou outros defeitos.

Segundo o Centro Brasileiro da Construção em Aço, CBCA, dentre os aços estruturais existentes no mercado atualmente, o mais utilizado é conhecido como o ASTM A36, que é classificado como um aço carbono de média resistência mecânica. Entretanto, a tendência moderna no sentido de se utilizar estruturas cada vez maiores tem levado os engenheiros, projetistas e construtores a utilizar aços de maior resistência, os chamados aços de alta resistência e baixa liga, de modo a evitar estruturas cada vez mais pesadas.

Os aços de alta resistência e baixa liga são utilizados toda vez que se deseja aumentar a resistência mecânica tornando possível uma diminuição proporcional da seção. A busca da otimização do tempo e a redução dos custos é fundamental para qualquer atividade nos dias de hoje, na construção civil não poderia ser diferente.

A produção da estrutura metálica é industrializada, possibilita a inspeção sistemática e o controle de qualidade de cada componente. A estrutura metálica propõe um conceito de construção racionalizada que combina a precisão da estrutura com materiais de fechamento e cobertura modernas permitindo um projeto mais leve e econômico aliviando as cargas na fundação.

O aço vem substituindo o concreto armado nas construções de grandes pavilhões sejam esses para indústrias ou galeria de lojas. Com a necessidade de vencer grandes vãos, a utilização do aço torna-se indispensável, a estrutura metálica torna a obra mais leve e mais resistente. Além disso a estrutura metálica no lugar da estrutura pré-fabricada em concreto armado diminui o custo da obra em até 35% segundo estudo mostrado pela Revista Guia da Construção, da editora PINI, (edição de outubro de 2011).

Alguns exemplos de aplicações em estruturas metálicas, são como, residências, hotéis, edifícios de andares múltiplos, pontes, passarelas, supermercados, Shoppings Centers, concessionárias, garagens, postos de combustíveis, ginásios, estádios, arquibancadas, galpões comerciais e industriais de todos os portes.

Galpões com estruturas metálicas são construções geralmente de um único pavimento constituídos de sistemas estruturais compostos por pórticos regularmente espaçados, com cobertura superior apoiada em sistemas de terças e vigas ou tesouras e treliças, com grandes áreas cobertas e destinadas para uso comercial, industrial, agrícola ou outras aplicações.

Assim, esse trabalho fala sobre um projeto de Galpão Industrial, em estrutura metálica, com uma modulação mínima de 8,00m e vão mínimo de 20,00m; serão detalhados seus principais elementos estruturais bem como seus cálculos, uma análise e definição de sua fundação, projetos de sustentabilidade do negócio, como o reaproveitamento de águas pluviais e aplicação de painéis fotovoltaicos para geração de energia elétrica, uma análise do processo produtivo do projeto, viabilidade de sua execução e estimativa de custo.

A região Bragantina está passando por uma crescente demanda industrial e comercial, justamente por ser uma região estratégica, estando muito próximo à cidade de São Paulo, maior centro comercial da América Latina, como também está localizada no cruzamento de rodovias importantes, como a Rod. Fernão Dias em que é a responsável pela ligação interestadual entre os Estados de São Paulo e Minas Gerais como também a região nordeste do país e a Rod. Dom Pedro I onde formou-se um corredor de ligação da região de Campinas, uma importante cidade do interior Paulista, região esta, em grande desenvolvimento comercial, industrial e também do agronegócio, com o novo porto de São Sebastião no litoral paulista, com grande capacidade para exportação, portanto, notou-se uma oportunidade de implantação de novas instalações prediais, tanto comerciais como industriais para que se possa atender essa demanda.

Devido a necessidade de espaços racionais, atualmente as empresas estão optando por galpões em estruturas metálicas, para se instalar, comercializar e produzir seus produtos, onde este atenda facilmente toda a logística presente nos processos de produção ou serviços e por apresentar grandes espaços internos,

como também modulares, permitindo assim todos os projetos específicos a cada empresa.

Os galpões industriais podem ser construídos com diversas formas e materiais diferentes, como de alvenaria comum, os pré-moldados de concreto, de madeira e, hoje em dia, analisando o custo benefício, a facilidade de instalação, podendo vencer grandes vãos entre pilares e dentro das normas técnicas exigidas o galpão em estrutura metálica está sendo muito utilizado.

Procurando viabilizar um projeto, onde possa atender não só a questão física e processual das empresas, mas conciliar uma obra de boa aparência arquitetônica e que utilize mecanismos sustentáveis como de captação de águas pluviais para reuso e placas solares para captação de energia solar (energia limpa), sendo assim um galpão ecologicamente correto dentro de certos parâmetros, utilizando dos recursos naturais a favor da economia e preservando-os, pois, estão cada vez mais escassos e caros.

O galpão deve atender as necessidades da indústria tanto na logística interna quanto na externa para se tornar atraente e ter grande procura de locação. Na logística interna: ter fácil controle de seus produtos, fluxo e movimentações fáceis para aceleração da produção, sendo que para isso deve-se considerar muitas coisas, com o objetivo de se otimizar os processos, assim evitando trabalhos supérfluos, controlar as perdas matérias e minimizar os gastos.

Já na Logística externa: O local de implantação será na cidade de Bom Jesus dos Perdões, na divisa com a cidade de Piracaia as margens da Rodovia Dom Pedro I, com acesso pela Rodovia Jan Antonin Bata Km14.

Para atender as necessidades dos clientes sugere-se o galpão com fechamento em bloco de alvenaria, piso industrial com grande capacidade de carga, pé direito com 6 metros, vãos de 20metros de comprimento, portões de correr ou basculantes, tetos translúcidos para economia de energia, módulos de reaproveitamento das águas pluviais e instalações de placas solares, pois além da preocupação ambiental com os recursos hídricos há também a economia gerada ao interessado.

2. OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo a realização de projeto de um galpão industrial, em estrutura metálica, que atenda as necessidades e adequações de um potencial cliente. Além disso, aliados a uma logística e versatilidade de produtos e ou produção, demonstrar que através de otimização de prazo, customização dos processos e métodos, aliados a uma estimativa de custo, é um empreendimento de melhor escolha e opção, frente a um período de incertezas por qual o país está passando.

2.1. Objetivos Específicos

Tendo em vista a finalidade do trabalho que é expressar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de engenharia civil, os objetivos específicos deste trabalho são explicados a seguir.

- Calcular a fundação e dimensionar a estrutura metálica, sendo a estrutura em seção metálica I;
- Estudar a resistência ao fogo por parte da estrutura;
- Reaproveitar águas pluviais;
- Elaborar um memorial descritivo da obra para entrega ao “cliente”, este contendo todas as especificações e os métodos construtivos para o galpão.

2.2. Justificativa

O país está passando por um período conturbado em sua economia, frente a este desafio, será que a execução de um galpão em estrutura metálica pode ser a melhor opção para um investimento?

Com este problema o projeto visa atender a uma solicitação para a viabilidade de execução de um galpão em estrutura metálica, bem como responder um

problema da atualidade na construção civil, assim como já demonstram alguns estudos e artigos técnicos.

Quanto a um local estratégico, seu prazo e seu custo, atendendo a solicitações de sustentabilidade. Para empresas que queiram se instalar em um local estratégico e muito bem localizado do Estado de São Paulo, podendo assim se estabelecer, produzir, armazenar e comercializar seus produtos numa região bem sucedida e também transportar seus produtos com facilidade para a capital, diversas cidades da região e do vale do Paraíba, bem como para o exterior.

O galpão terá a finalidade de locação tanto para fins comerciais ou industriais; pois, será construído com grandes vãos e um pé direito relativamente alto, e o piso de concreto para resistir altas cargas, possibilitando a movimentação de empilhadeiras e caminhões dentro da área coberta, a estrutura será projetada para suportar esforços previstos em norma.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

No projeto de uma estrutura metálica para um galpão industrial existe uma gama de possibilidades que podem ser adotadas para o arranjo estrutural do edifício. Normalmente, o engenheiro deve ser capaz de definir a solução mais adequada para o arranjo estrutural dentre as diversas soluções possíveis, mesmo sem realizar inúmeras simulações de projeto. Até algum tempo atrás, isso só era viável com base em uma grande experiência do profissional. O avanço da informática torna possível simular o comportamento de diversos modelos estruturais antes de se tomar uma decisão final sobre a tipologia estrutural a ser adotada (CHAVES 2007).

Segundo o livro Execução de Estruturas de Aço (2010), A Montagem de Estruturas de Aço possui diferentes graus de complexidade. Entretanto, por mais simples e rotineira que seja a montagem de determinada estrutura, todas as operações de içamento de peças representam algum risco, seja para o pessoal envolvido, seja para os equipamentos. Os riscos devem ser minimizados ao extremo, adotando-se procedimentos técnicos e métodos adequados que garanta uma segurança durante as operações de campo.

De acordo com Bellei (1998), destacam-se as vantagens das estruturas de aço:

- Alta resistência do material nos diversos estados de tensão (tração, compressão, flexão etc) o que permite aos elementos estruturais suportarem grandes esforços apesar da área relativamente pequena das suas seções; por isso, as estruturas de aço, apesar da sua grande densidade (7.850Kg/m^3), são mais leves do que os elementos constituídos em concreto armado.
- Os elementos de aço oferecem uma grande margem de segurança no trabalho, o que se deve ao fato de o material ser o único e homogêneo, com limite de escoamento, ruptura e módulo de elasticidade bem definidos.
- Os elementos de aço são fabricados em oficinas, de preferência seriados, e sua montagem é bem mecanizada, permitindo com isso diminuir o prazo final da construção.

- Os elementos de aço podem ser desmontados e substituídos com facilidade, o que permite reforçar ou substituir facilmente diversos elementos da estrutura.
- Possibilidade de reaproveitamento do material que não seja mais necessário à construção.

A desvantagem do elemento aço segundo Bellei em seu livro é a sua suscetibilidade à corrosão, o que requer que eles sejam cobertos com uma camada de tinta ou seja empregado outro método de proteção. Para minorar este pequeno problema, as usinas nacionais estão fabricando os aços de alta resistência à corrosão atmosférica, tais como: USI-SAC 50 e 41, COS-AR-COR 500 e 400, e Niocor, os quais apresentam uma resistência à corrosão da ordem de duas a quatro vezes a do aço carbono, dispensando qualquer proteção, a não ser em casos especiais (regiões marinhas e industriais agressivas).

Na tabela 1 mostram-se os resultados de um estudo realizado pelo Departamento de Engenharia e Custos da Editora PINI em abril/2010 que mostra o custo por etapa de execução de um galpão, para conseguirmos chegar a um orçamento aproximado para construção do galpão.

Tabela 1: Engenharia e Custos - Galpão industrial.

DESCRIÇÃO	Custo por etapa da obra (R\$)	Participação por etapa da obra (%)
Pré-obra	59.898,78	2,63
DESCRIÇÃO	Custo por etapa da obra (R\$)	Participação por etapa da obra (%)
Serviços iniciais	16.398,31	0,72
Infraestrutura	233.215,27	10,26
Superestrutura	124.399,59	5,47
Alvenaria e fechamentos	64.526,65	2,84
Estrutura metálica	818.731,72	36,01
Coberturas	170.786,19	7,51
Impermeabilização	53.935,77	2,37
Esquadrias	10.442,20	0,46
Sistema hidráulicos	24.197,91	1,06
Sistema sanitários e pluviais	41.95,37	0,18
Sistema de proteção e combate a incêndio	10.036,39	0,44
Sistemas elétricos	71.616,99	3,15
Instalações de proteção contra descarga atmosféricas	11.400,97	0,5
Revestimento de parede interna	63.722,44	2,8
Pisos	165.136,63	7,26
Revestimentos externos e tratamento de fachadas	84.132,00	3,7
Pintura interna	25.574,58	1,12
Pintura externa	26.398,71	1,16
Louças, metais, bancadas e acessórios	1.443,01	0,06
Urbanização/serviços externos e complementares	233.562,78	10,27
Custo total (R\$)	2.273.752,27	100
Custo/m ² (R\$)	1.660,29	

Fonte: Revista Editora PINI, publicação de abril/2010.

Segundo material do programa “Aço Construindo a COPA 2014” promovido pela CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço, os galpões industriais são destinados principalmente ao uso comercial, industrial e agrícola, os galpões são

construções geralmente de um único pavimento, constituídas de sistemas estruturais de aço compostos por pórticos regularmente espaçados e cobertura superior apoiada em sistemas de terças e vigas ou tesouras e treliças. A utilização do aço na construção desse tipo de edificação se justifica por uma série de motivos. Entre eles, o engenheiro Zacarias Chamberlain Pravia, professor titular da Universidade de Passo Fundo, destaca:

- Rápida execução;
- Facilidade para modificações futuras;
- Adaptação simples a outros materiais e sistemas (industrializados ou não);
- Possibilidade de reutilização da estrutura em outro local;
- Canteiro de obras mínimo, às vezes, nem necessário;
- Material 100% reciclável;
- Custos de manutenção reduzidos.

Para assegurar o ótimo desempenho da construção de galpões metálicos e obter soluções mais econômicas, alguns pontos merecem ser observados. “É fundamental, por exemplo, dispor de um projeto bem elaborado e detalhado para evitar retrabalhos na fábrica, no transporte e na montagem”, recomenda Pravia. O professor ressalta ainda a importância de se considerar, no projeto do galpão, uma construção virtual (BIM) que permita prever qualquer interferência com outros sistemas.

Há diversas soluções em aço para cobertura e fechamentos de galpões que atendem aos desempenhos térmico, acústico e de estanqueidade requeridos. Há também múltiplas opções para revestimento do aço, desde galvanizados de zinco, zinco-alumínio, pré-pintura, ou mesmo, o aço inox.

Outros aspectos que merecem destaque no projeto de galpões.

- A configuração dimensional volumétrica do galpão (altura, largura, comprimento) deve ser função do tipo de uso que se dará à edificação (armazenamento, fábrica, mercado, oficina, etc.);
- Definição e localização das aberturas fixas e móveis;
- Inclinação do telhado - Definida pelo tipo de cobertura a ser utilizada;
- Topografia e obstáculos nas redondezas. Esses fatores definirão de maneira mais adequada as ações devidas de contraventamento.

•Carregamentos - Devem ser consideradas todas as cargas acidentais que atuarão sobre a estrutura ao longo de sua vida útil, além dos pesos próprios dos materiais da estrutura, das lâminas da cobertura e das luminárias.

Tartuce (2014) ressalta que em um galpão, basicamente, é um telhado e um piso que suporta a carga. Em uma área fabril, o piso não é só uma questão de carga, mas também de segurança. Não pode ter desnível e a estética ganha destaque, pois a fábrica tem de ter um aspecto limpo, de assepsia.

Nas instalações industriais, depósitos, galpões, oficinas e similares, os locais onde os extintores forem colocados serão sinalizados por círculos ou setas vermelhas. A área de 1m² (um metro quadrado) do piso localizada abaixo do extintor será também pintada em vermelho e, em hipótese alguma, poderá ser ocupada.

4. METODOLOGIA.

Inicialmente, escolheu-se o local de implantação, na Cidade Bom Jesus dos Perdões, na divisa com a cidade de Piracaia, o imóvel destinado a construção do galpão encontrasse a 1.300 metros da Rodovia Dom Pedro, um importante corredor de ligações entre as grandes cidades do interior do estado de São Paulo, além do mais situa-se próximo a Rodovia Federal Fernão Dias, do ponto de vista logístico um local próspero para implantação do empreendimento.

Figura 1: Local do empreendimento



Fonte: Google Earth

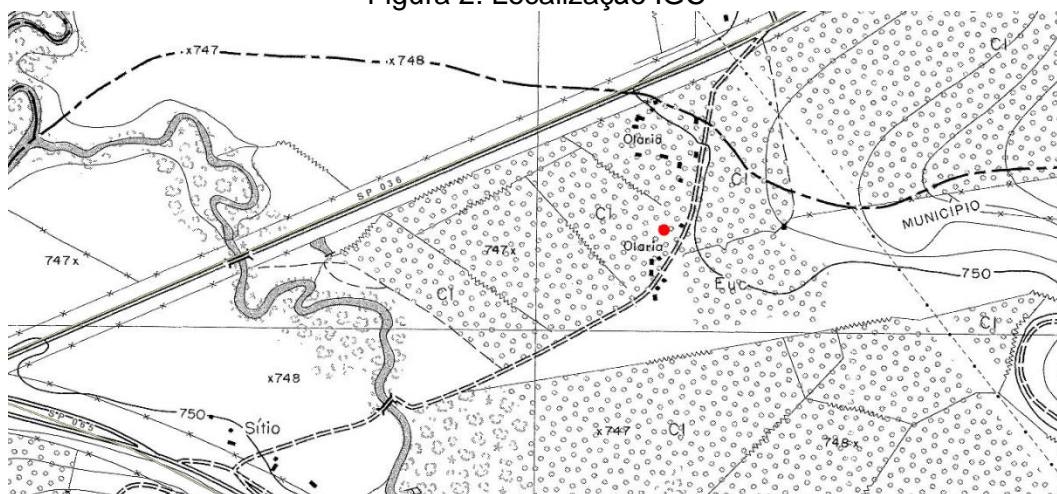
O território em análise fixa-se dentro do limite do município de Bom Jesus dos Perdões, devido a isso devemos nos orientar pelas leis municipais e de zoneamento do mesmo. Porém o município não possui um plano de zoneamento bem especificado, o assunto é tratado de forma presencial por reuniões na Prefeitura da cidade, onde apresentamos a proposta e recebemos a orientação do secretário responsável pelo setor.

Cabe ao secretário do município apresentar uma alegação com relação ao projeto e/ou apresentar uma contrapartida que seja de interesse do município para inserção da obra. A pessoa do secretário na maioria dos casos é um profissional da área e, portanto possui conhecimentos necessários para analisar a proposta, mas é claro, sempre ela se fundamenta em leis estaduais e federais.

A região possui boa topografia e encontra-se livre de restrições como faixa de APP, faixas de domínio do Estado ou da União e domínio de companhias não de abastecimento sejam de energia elétrica gás ou água. Isso podemos ver na folha

topográfica elaborada pelo Instituto cartográfico e geográfico do estado de São Paulo, abaixo.

Figura 2: Localização IGC



Fonte: IGC

Os arredores do local de implantação do projeto em estudo possui inúmeras fábricas em operação dos mais variados ramos, isto posto acreditamos que não haverá um veto por parte das autoridades para implantação do objeto de estudo.

Serão mostradas todas as etapas construtivas com seus respectivos projetos e realização dos cálculos desde a fundação até as estruturais metálicas.

Será realizado um levantamento topográfico para se obter as informações, para obtenção de informações essenciais ao projeto com descrição exata e detalhada da área de implantação, determinando as dimensões, elementos existentes, desníveis e acidentes geográficos.

Também será realizado ensaio NSPT para definir qual o tipo ideal de fundação que atenda às necessidades da estrutura a ser utilizado levando em conta também o seu custo benefício.

Em seguida, será feito um levantamento dos perfis metálicos que atendam os vãos e o pé direito estabelecido. O próximo passo do estudo trata da escolha do tipo de aço usado na fabricação da estrutura metálica, sendo que a mesma deve suportar as ações do vento, a vedação que será realizada com blocos de alvenaria e também outras cargas acidentais.

Depois de finalizada a estrutura e a vedação, pretende-se realizar a sua cobertura com duas águas feita através de telhas metálicas de aço galvanizado, (trapezoidais) convencionais, assim como o fechamento lateral composto por alvenarias até a altura de 3,00 metros e o restante em telhas metálicas iguais às da

cobertura, com uma faixa de 1 metro em sua lateral de um sistema de ventilação e iluminação chamado brise.

Logo após a cobertura será realizado a implantação de painéis solares em quase toda a extensão para a produção de energia elétrica própria.

As normas e os tipos de materiais que serão empregados na obra serão definidas posteriormente.

Por fim, será realizado um estudo no local, levando em contas as características hidrológicas locais, para a implantação de um sistema hidráulico de reaproveitamento e tratamento das águas pluviais.

5. RESULTADOS ENCONTRADOS

5.1. Projeto Arquitetônico

Embora muitas vezes o projeto arquitetônico não seja uma especialidade da área da engenharia civil, deve ser muito bem pensado para não acarretar problemas futuros. Sempre começamos pelo projeto arquitetônico, a partir deste é que podemos obter as informações e elaborar os demais projetos.

Neste estudo o galpão, que é fictício, possui uma área inferior a 750m², isso foi estipulado para que o mesmo fosse dispensado de possuir um hidrante, o que elevaria o custo e tornando a obra até inviável visto que o objeto de estudo se localiza no interior e visa atender o pequeno e médio empreendedor, sendo assim uma alternativa acessível e viável para ambos, tanto o dono do galpão quanto o futuro e possível locatário.

O galpão possui um mezanino com um conjunto de salas para atender por completo a necessidade do empreendedor, sendo assim também possível ter a parte administrativa e a produção da empresa no mesmo prédio, existe uma sala reservada para a recepção e identificação das pessoas, além de uma para refeitório e almoxarifado. Os sanitários que são obrigatórios neste tipo de construções têm suas dimensões ditadas por normas do código de obras em função dos números de usuários estimado para o mesmo. A tabela 2 estima o número de usuários em função da área útil no local. Supondo que o galpão tenha uma área de 700m², o número de pessoas é estimado pela equação $\text{Número de pessoas} = (\text{Área útil}) / \text{Índice}$.

Tabela 2: Índice de pessoas por metro quadrado

OCUPAÇÃO PARA LOCAIS DE REUNIÃO	m ² /pessoa
Setor para usuários em pé	0,40
Setor para usuários sentados	1,00
Atividades não específicas e administrativas	7,00

Fonte: Lotação – COE/2017

$$\text{Número de pessoas} = \frac{\text{Área útil}}{\text{Índice}}$$

$$\text{Numero de pessoas} = \frac{700}{7} = 100 \text{ pessoas}$$

Estimado o número de pessoas podemos ver a proporção de banheiros na tabela 3.

Tabela 3: Proporção de banheiros por usuários

USOS	DESCRIÇÃO	PROPORÇÃO
Comércio varejista especializado, diversificado e de abastecimento varejista	Lojas em geral com operação de venda e entrega de mercadoria de pequeno e médio porte ao consumidor, exceto os mercados, supermercados, hipermercados e centros de compras - shopping	1:20
	Mercados, supermercados, hipermercados e centro de compras – shopping centers	1:75
Comércio de alimentação e consumação	Padaria, bar, lanchonete, restaurante	1:20
Locais de reunião, culto ou evento e geradores de alto fluxo de pessoas	Templo, auditório, cinema, teatro, exposição	1:50
Serviço pessoal ou profissional	Escritório e agência do comércio, indústria e de negócio, serviços públicos administrativos e os consultórios e clínicas	1:50
Serviço técnico ou de manutenção	Oficinas de manutenção e reparo	1:100
Serviço de hospedagem e hotelaria (Hotéis e pensões)	Unidade de hospedagem	1 com chuveiro, para cada 2 unidades
	Demais áreas descontadas deste cálculo as áreas de unidades de hospedagem	1:20
Serviços de armazenamento	Depósitos em geral, transportadoras e distribuidoras	1:100
Serviços de saúde (ambulatórios, pronto-atendimentos, hospital e clínicas laboratorial)	Unidades de internação	1 com chuveiro, para cada 2 unidades
	Demais áreas descontadas deste cálculo as áreas das unidades de internação	1:20
Serviço de educação seriado e não-seriado	Creches, escolas do fundamental ao superior, profissionalizante, preparatórias, de línguas e aprendizagem	1:20
Indústrias de fabricação, produção e montagem	-	1:100
Uso e atividade especial	-	caso a caso

Fonte: Decreto 57.776 de 7 de julho de 2017

Temos que é necessário 1 (um) banheiro de cada sexo para cada 100 pessoas, então o projeto atende com folga as exigências.

O galpão conta um pé direito que possibilita o transito de empilhadeiras tranquilamente, e pensando no conforto térmico é previsto o uso de telhas com sanduiche com isopor além do que todo o entorno uma faixa de brise para circulação do ar.

5.2. Considerações em relação ao fogo

A estrutura metálica possui inúmeras vantagens, já citadas neste trabalho anteriormente, mas deve-se atentar a uma peculiaridade existente na estrutura

metálica, a sua vulnerabilidade com relação ao fogo. A tinta intumescente é usada para suprir essa necessidade da estrutura de aço, primeiramente é necessário a aplicação de um abrasivo na estrutura, após uma tinta de fundo, a tinta intumescente e pôr fim a tinta de acabamento na coloração desejada.

Segundo a empresa PCF Soluções em engenharia, a tinta intumescente requer um rigoroso controle na sua aplicação, pois a espessura da aplicação é que dará o tempo que a estrutura irá suportar a exposição ao fogo. Recomenda aplicar a tinta na estrutura já contada com as alvenarias já instaladas, pois nesses locais não é necessário a aplicação do produto, isso reduz a quantidade de material. Nas partes que serão instalados forros - ou fechamento laterais -, deve-se aplicar o produto antes.

O modo como a tinta trabalha para proteger a estrutura é simples, quando a estrutura onde a tinta foi aplicada for exposta a uma temperatura superior a 200°C, ocorre uma reação química, na qual são liberados gases tóxicos, e ocorre uma expansão volumétrica formando uma camada de espuma semi rígida isolante na estrutura que retarda o dano do fogo na estrutura.

5.2.1. Normas de incêndio

Nas construções, reformas, ampliações, dentre outras obras a serem executadas, desde que não sejam residências unifamiliares, não é só obrigatório perante a lei, mas é de suma importância que todas as edificações por ocasião de construção, ampliação ou reforma, necessitam de aprovação do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. No tocante devemos seguir todas as normas da NBR e legislação do Corpo de Bombeiros, bem como suas ITs (instruções técnicas), a fim de subsidiarmos todos os quesitos de segurança necessários no combate e prevenção de incêndios que estamos sujeitos, tais mediadas são planejadas e gerenciadas de acordo com o tipo, uso e tamanho da edificação a ser construída.

De acordo com a edificação em tese, após análise da área a ser construída, tipo de material utilizado e logística a ser empregada, atrás de do site do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo foram definidos todos os parâmetros de

segurança na edificação através da Instrução Técnica Nº.42/2011 do Decreto 56.819/11.

5.2.2. Projeto Técnico Simplificado

De acordo com as normas e estudos realizados a área abrangida de construção, após consulta do site do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, foi definida os parâmetros de segurança de prevenção e combate a incêndio definidos.

Tabela 4: Classificação das edificações e áreas de risco quanto à ocupação.

Grupo	Ocupação/Usu	Divisão	Descrição	Exemplos
I	Indústria	I-1	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam baixo potencial de incêndio. Locais onde a carga de incêndio não chega a 300MJ/m ²	Atividades que utilizam pequenas quantidades de materiais combustíveis. Aço, aparelhos de rádio e som, armas, artigos de metal, gesso, esculturas de pedra, ferramentas, jóias, relógios, sabão, serralheria, suco de frutas, louças, máquinas
		I-2	Locais onde as atividades exercidas e os materiais utilizados apresentam médio potencial de incêndio. Locais com carga de incêndio entre 300 a 1.200MJ/m ²	Artigos de vidro, automóveis, bebidas destiladas, instrumentos musicais, móveis, alimentos, marcenarias, fábricas de caixas
		I-3	Locais onde há alto risco de incêndio. Locais com carga de incêndio superior a 1.200 MJ/m ²	Atividades industriais que envolvam inflamáveis, materiais oxidantes, ceras, espuma sintética, grãos, tintas, borracha, processamento de lixo

Fonte: www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2011/decreto%20n.56.819,%20de%2010.03.2011.htm, acessado em 20/08/2017 as 17:24h.

Tabela 5: Classificação quanto a altura.

Tipo	Denominação	Altura
I	Edificação Térrea	Um pavimento
II	Edificação Baixa	H ≤ 6,00 m
III	Edificação de Baixa-Média Altura	6,00 m < H ≤ 12,00 m
IV	Edificação de Média Altura	12,00 m < H ≤ 23,00 m
V	Edificação Mediamente Alta	23,00 m < H ≤ 30,00 m
VI	Edificação Alta	Acima de 30,00 m

Fonte: www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2011/decreto%20n.56.819,%20de%2010.03.2011.htm, acessado em 20/08/2017 as 17:24h.

Tabela 6: Classificação das edificações quanto à carga de incêndio.

Risco	Carga de Incêndio MJ/m ²
Baixo	até 300MJ/m ²
Médio	Entre 300 e 1.200MJ/m ²
Alto	Acima de 1.200MJ/m ²

Fonte: www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2011/decreto%20n.56.819,%20de%2010.03.2011.htm, acessado em 20/08/2017 as 17:24h.

De acordo com as tabelas 4, 5 e 6, a edificação foi definida como **risco baixo (até 300 MJ/m²)**, podendo esta ser alterada de acordo com nova logística da edificação e sendo assim temos os seguintes equipamentos obrigatórios:

- Agente extintor;
- Saída de emergência;
- Sinalização de emergência
- Iluminação de emergência.

Agente extintor (Instrução técnica do corpo de bombeiro SP nº 14) deverá conter no mínimo dois agentes extintores, sendo um Classe A e outro BC, devendo ser instalados a menos de cinco metros da entrada principal da edificação, em uma altura mínima de 0,10 metros e máximas de 1,60 metros, sendo os demais em um raio de 25 metros.

Saída de emergência (Instrução técnica do corpo de bombeiro SP nº 11) deverá ser dotada de ao menos uma saída devidamente sinalizada.

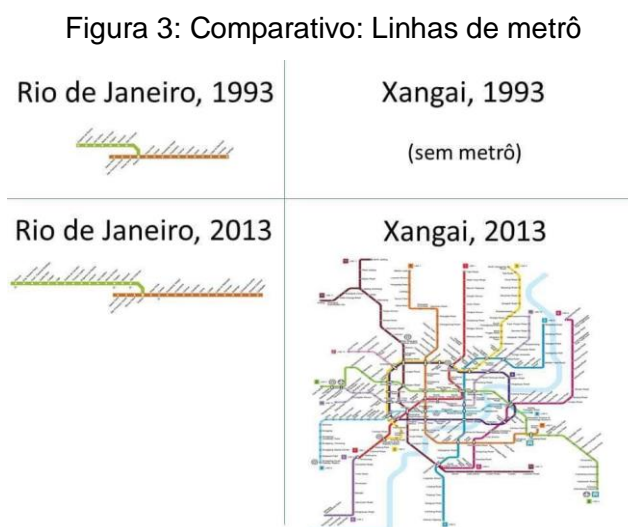
Sinalização de Emergência (Instrução técnica do corpo de bombeiro SP nº 20), para instalações das sinalizações, deveremos atentar para que elas se destaquem com relação à comunicação visual adotada para outros fins; não devemos neutraliza-la pelas cores de paredes e acabamentos; deve ser instalada em locais onde haja circulação de pessoas e veículos e deverá ser no tamanho estipulado pela norma, lembrando que a sinalização destinada a orientações como salvamento, a equipamentos e saídas, deve possuir efeito fotoluminescente.

Iluminação de emergência (Instrução técnica do corpo de bombeiro SP nº 18), apesar da norma não exigir, ela se faz essencial. Os pontos de iluminação de emergência devem ser instalados nos corredores de circulação, nas portas de saída

dos ambientes (balizamentos) e nas mudanças de direção (balizamento). A distância máxima entre dois pontos de iluminação de emergência não deve ultrapassar 15 metros e entre o ponto de iluminação e a parede 7,5 metros.

5.3. PLANEJAMENTO

A princípio em todo empreendimento é necessário planejar. Segundo uma pesquisa realizada pela empresa SIENGE Soluções, diz que no Brasil gastamos apenas 1/5 do tempo planejando nossos empreendimentos. Isso reflete no vasto número de obras paradas e até mesmo abandonadas, principalmente quando se trata de obras públicas, em países desenvolvidos metade do tempo é ocupado planejando o que será feito. A figura 3 mostra a evolução que é possível se obter através do planejamento bem executado, comparando as linhas de metrô do Rio de Janeiro e as de Xangai.



Fonte: <https://www.sienge.com.br/blog/planejamento-de-obra-passo-a-passo/>

Um planejamento bem efetuado pode evitar inúmeros problemas na execução da obra, prever se é viável a execução da mesma e calcular seu investimento e também o lucro no final. Além do que o planejamento é fundamental para estipulação de prazos na obra, imprevistos não podem ser antecipados, mas podem ser amenizados com um planejamento bem efetuado.

Existem ferramentas que auxiliam no planejamento, elas são fundamentais para prever todos os fatores e recursos envolvidos no projeto, visto que os principais

desafios para uma obra prosperar são a disponibilidade de recursos e o prazo, essas questões caminham junto em qualquer empreendimento. Pois se os prazos são distendidos seu faturamento em função do tempo é reduzido, isso nos dias atuais com a evolução desenfreados dos bens de consumo é uma coisa que deve ser evitada.

5.3.1. Estrutura Analítica de Projetos

Consiste em um levantamento de tudo o que será feito projeto, as etapas e cada tarefa são divididas hierarquicamente. A EAP permite monitorar os trabalhos que devem ser executados e controlar o cronograma, além do mais podemos entender melhor as atividades a serem executadas.

Podemos então elaborar a planilha analítica do projeto, fundamentada neste projeto pelo TCPO. Tabela de Composições e Preços para Orçamentos que é a referencia para elaboração do orçamento, encontramos todas as tarefas que serão desempenhadas na obra bem como seus insumos.

Com o TCPO podemos calcular os números de operários necessários para desempenhar determinada tarefa e obter o tempo gasto na mesmo, também podemos prever a quantidade de material que será utilizado.

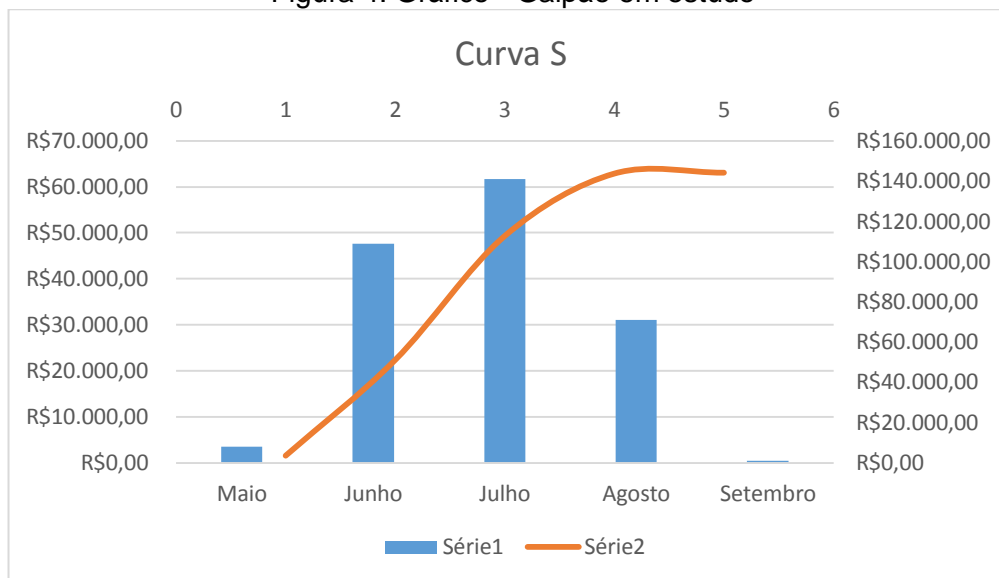
A construção da planilha analítica nos permite obter as informações necessárias para uma previsão cronológica e orçamentária de nossa obra. Basta alimenta-la com os dados. Com a previsão do investimento podemos trabalhar com a parte de venda do projeto estipulando um BDI ao projeto.

5.3.2. Curva S

Com os dados da tabela 1 podemos obter um gráfico do acumulado dos recursos utilizados na obra em função dos dias. O gráfico, demonstrado na figura 4, facilita a percepção dos gastos no decorrer da obra, pelo fato do gráfico ser feito nos eixo Tempo x recurso, podemos escolher de qual forma conduziremos o projeto, um projeto com um menor investimento inicial acarretará é expresso por uma curva menos ascendente no gráfico, isso indica que foi gasto mais tempo e consequentemente imposto menos recursos, e para que o projeto não atrase não

serão permitidas folgas no decorrer do mesmo. Isso é uma escolha arriscada, mas muitas vezes depende da disponibilidade de recursos do empreendedor.

Figura 4: Gráfico - Galpão em estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

5.4. Estudo de aproveitamento de águas pluviais.

5.4.1. Introdução

A concentração de água doce no mundo é de apenas 2,5% total de água disponível no planeta e somente 0,266% do total é representado pelas águas de lagos, rios e reservatórios. A água, apesar de ser uma fonte constante, é um recurso de renovação extremamente lenta, em que sua oferta em relação a demanda, diminui proporcionalmente ao crescimento populacional e o seu uso desordenado e sem planejamento.

O sistema de aproveitamento de água pluvial fornece água para uso não potável e é uma alternativa como redução de consumo das fontes de estações de tratamento. Pode ser utilizada para descargas de bacias sanitárias, lavagens de veículos, limpeza de pátios ou rega de jardins, por exemplo, e é constituído por um conjunto de elementos relativamente econômicos e simples para captação e armazenamento de água da chuva para ser usado conforme a necessidade.

A composição, demonstrada na Figura 5, na figura do sistema é dada por:

- Área impermeabilizada de captação;
- calhas e condutores verticais;
- Filtro auto limpante;
- Reservatório de descarte de água de limpeza do telhado (água de primeira chuva);
- Reservatório de armazenamento;
- Tratamento da água.

Figura 5: Esquema simplificado do sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf. Acesso em 29/05/2017

Neste tópico será feito o dimensionamento do reservatório para captação das águas pluviais, calhas, condutores verticais, levando em consideração o destino do uso dessa água não potável, a previsão de demanda de consumo e volume da captação da água da chuva.

5.4.2. Determinação da demanda de consumo

Definiu-se no projeto que a captação das águas pluviais será destinada para a limpeza e lavagem dos pisos internos do galpão.

A Tabela 7 sugere os parâmetros para o volume mensal de água de chuva para uso interno e externo e mostra a economia de água que o sistema de captação pode gerar.

Tabela 7: Parâmetro da demanda de água potável para uso externo

Uso externo	Unidades	Valores
Casas com piscina	Porcentagem	0,1
Gramado ou jardim	Litros/dia/m ²	2
Lavagem de carros	litros/lavagem/carro	150
Lavagem de carros: frequência	Lavagem/mês	4
Mangueira. de jardim 1/2"x20m.	Litros/dia	50
Manutenção de piscina	litros/dia/m ²	3
Perdas p/ evaporação em piscina	Litros/dia/m ²	5,75
Reenchimento de piscinas	anos	10
Tamanho da casa	m ²	30 a 450
Tamanho do lote	m ²	125 a 750

Fonte: Plínio Tomaz

Para o cálculo do volume médio de gasto mensal para água de limpeza de pisos foi adotado os seguintes parâmetros:

Taxa adotada: 2 litros/dia/m²

Frequência: 2 vezes/semana.

Área: 680m² (área interna do galpão)

Volume Médio Mensal: 2L x 8 dias x 680m²

Volume Médio Mensal: 10.880 m²/mês ou 10,88m³/mês

5.4.3. Dimensionamento de calhas e condutores

Para dimensionamento das instalações de água pluviais, deve seguir algumas condições específicas como: índice pluviométrico, tempo de retorno, área de contribuição e vazão do projeto.

5.4.4. Intensidade Pluviométrica

De acordo com o manual de chuvas intensas do DAEE 1999, temos a equação de chuva de Bragança Paulista a cidade mais próxima do local que se encontra o galpão. Abaixo temos os dados da estação pluviométrica. a intensidade pluviométrica “I” é feita a partir da fixação de valores adequados para a duração e de precipitação e o período de retorno de 5 anos para cálculo de vazão de projeto de coberturas

Nome da estação: Bragança Paulista – D3-072M

Coordenadas geográficas: Lat. 22°57’S; Long. 46°32’W

Altitude: 860 m

Períodos de dados utilizados: 1981-86; 1988-93; 1995 (13 anos)

Equação:

$$i_{t,T} = 33,7895 (t+30)^{-0,8832} + 5,4415 (t+10)^{-0,8442} \cdot [-0,4885 - 0,9635 \ln(\ln(T/T-1))] \quad (3.11) \text{ para } 10 \leq t \leq 1440$$

onde:

i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Aplicando os dados estipulados pela norma NBR 10844/89 na equação podemos obter a intensidade pluviométrica na região. Consideramos período de retorno de 5 anos e uma duração de chuva de 30 minutos. Assim podemos obter a intensidade da chuva igual a 68,4mm/h através da tabela 8.

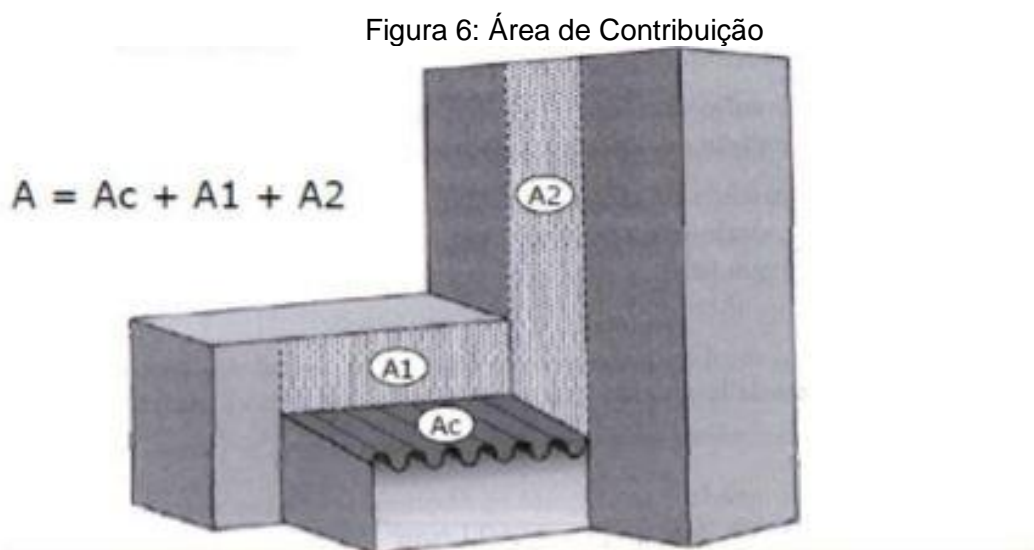
Tabela 8: Previsão da máxima intensidade de chuva em mm/h para Bragança Paulista

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	74,5	102,9	121,7	132,3	139,8	145,5	163,2	180,7	198,1
20	61,5	81,7	95,1	102,6	107,9	112,0	124,5	137,0	149,4
30	52,6	68,4	78,9	84,8	88,9	92,1	102,0	111,7	121,4
60	36,9	46,8	53,3	57,0	59,6	61,6	67,7	73,8	79,8
120	23,5	29,4	33,3	35,5	37,0	38,2	41,8	45,4	49,0
180	17,5	21,8	24,6	26,2	27,3	28,1	30,8	33,4	36,0
360	10,1	12,6	14,2	15,1	15,7	16,2	17,7	19,2	20,7
720	5,7	7,1	8,0	8,5	8,8	9,1	9,9	10,8	11,6
1080	4,0	5,0	5,6	6,0	6,3	6,5	7,1	7,7	8,3
1440	3,1	3,9	4,4	4,7	4,9	5,0	5,5	6,0	6,5

Fonte: Manual de chuvas intensas do DAEE 1999

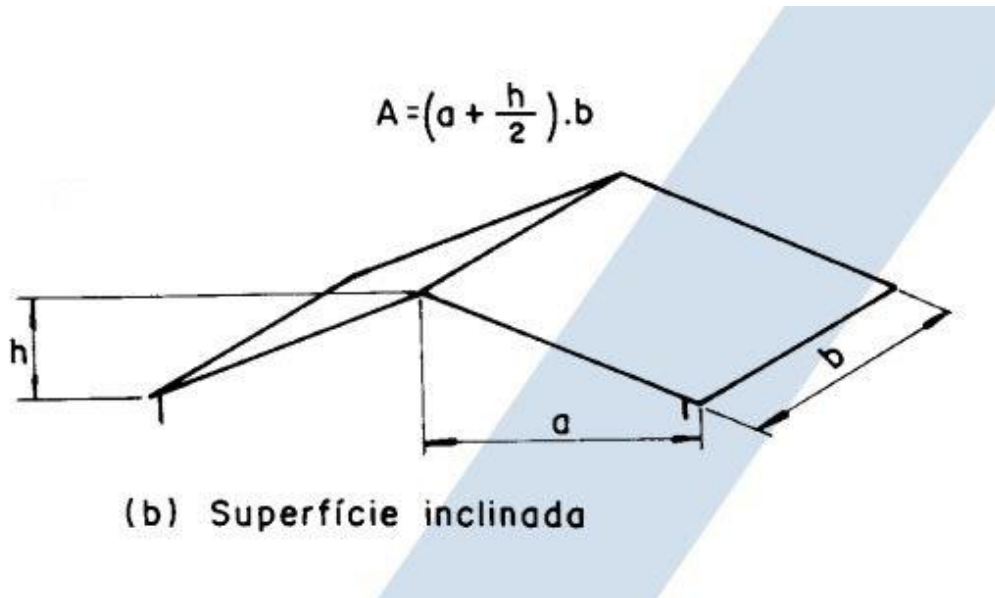
5.4.5. Área de Contribuição e Vazão de Projeto

A área de contribuição é a soma das áreas das superfícies que, interceptando a chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.



Fonte: NBR 10844:1989

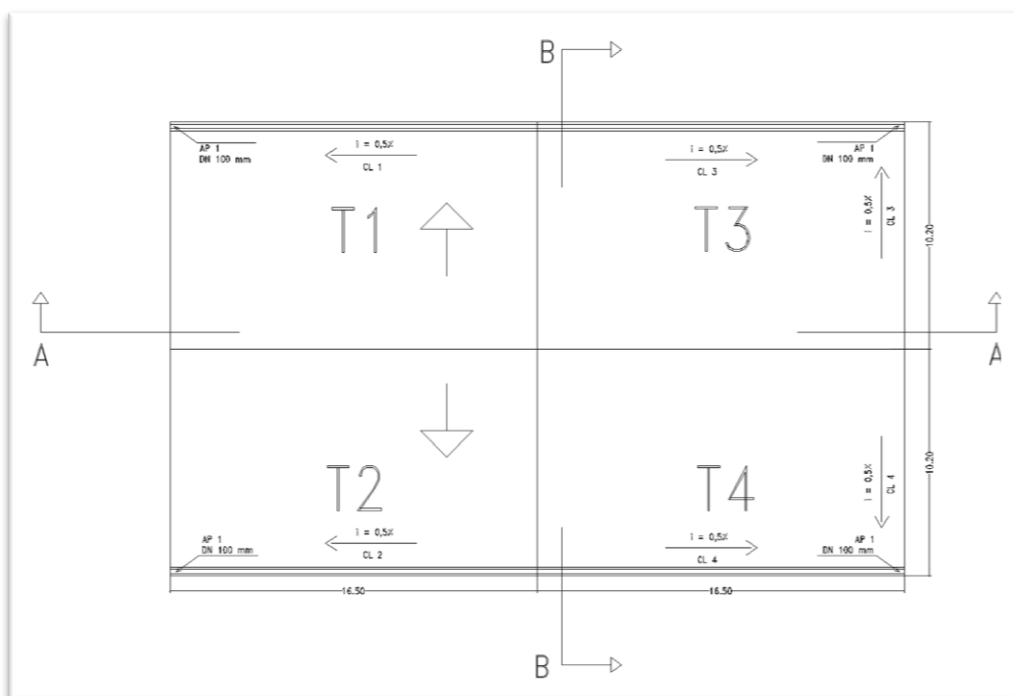
Figura 7: Tipo de Superfície



Fonte: NBR 10844:1989

O cálculo da área de contribuição é feito de acordo com o tipo de superfície da cobertura (Figura 3). A área de contribuição da cobertura do projeto está dividida conforme Figura 4.

Figura 8: Distribuição de áreas de contribuição e calhas



Fonte: Projeto de Calhas

Tabela 9: Área de Contribuição (A) de cada telhado.

ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO				
Telhados	a(m)	h/2 (m)	b(m)	A(m²)
1	10,25	0,825	16,5	182,7375
2	10,25	0,825	16,5	182,7375
3	10,25	0,825	16,5	182,7375
4	10,25	0,825	16,5	182,7375

Fonte: Desenvolvida pelo autor

Já para o cálculo da Vazão do Projeto (Q), utiliza-se a seguinte equação:

$$Q = \frac{I \times A}{60}$$

Onde:

Q = Vazão do projeto em L/min

I = Intensidade pluviométrica, em mm/h

A = Área de contribuição, em m²

Tabela 10: Vazão de Projeto (Q)

VAZÃO DE PROJETO			
Calhas	I (mm/h)	A (m²)	Q (L/min)
1	68,4	182,7375	208,32
2	68,4	182,7375	208,32
3	68,4	182,7375	208,32
4	68,4	182,7375	208,32

Fonte: Elaborada pelo autor

5.4.6. Dimensionamento de Calhas

De acordo com a Figura 9, para uma calha retangular com material com valor de n=0,011, tem-se que:

a=0,10m e b= 0,10m.

Figura 9: Capacidade de calha retangulares com $i=0,5\%$ ($h=2/3b$ e Vazão em L/min)

$a \times b$ em cm	MATERIAL	10 x 7	10 x 10	12 x 10	14 x 8	15 x 10
	CHAPA	150	237	304	277	409
	CONCRETO	127	201	257	235	346

$a \times b$ em cm	MATERIAL	18x15	20x15	25 x 20	30 x 15	30 x 20
	CHAPA	909	1047	2061	1773	2626
	CONCRETO	769	886	1744	1501	2222

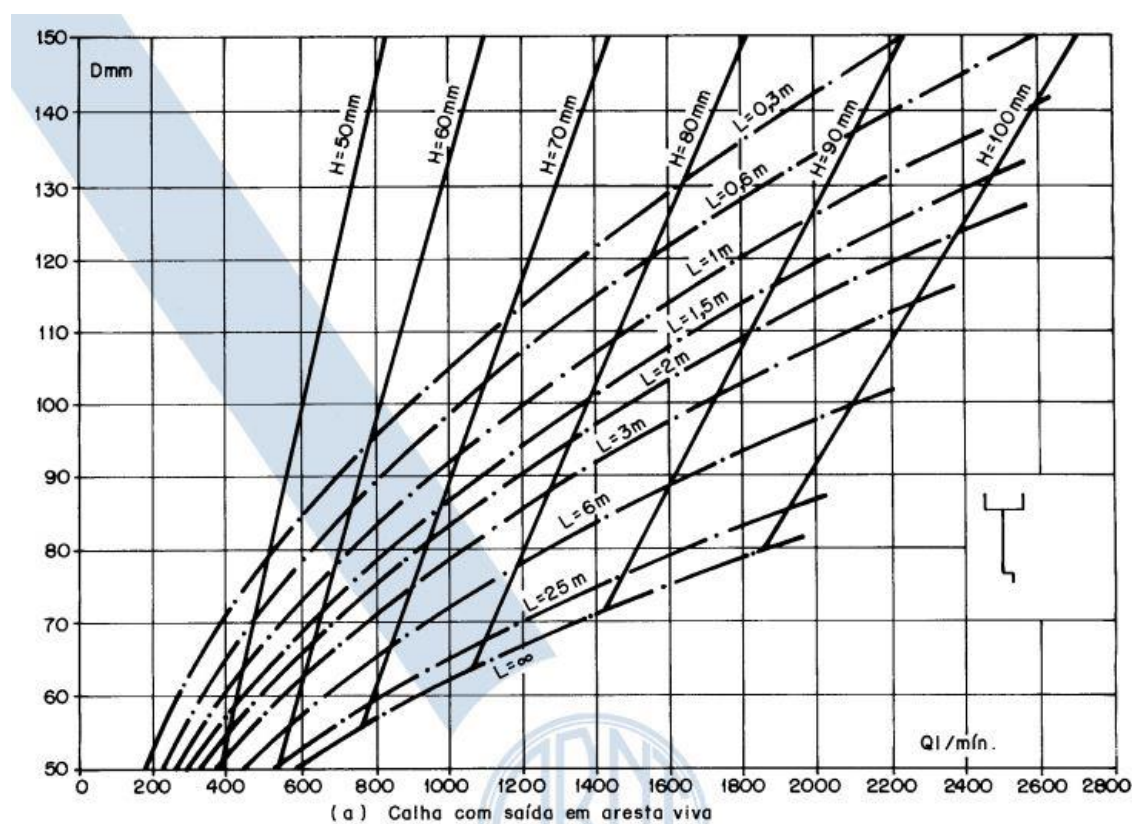
Fonte: http://meusite.mackenzie.com.br/ernestot/arquivos/Aguas_Pluviais.pdf, acesso em 29/05/2017.

5.4.7. Dimensionamento de Condutores Verticais

Conforme a NBR 10844:1989, o diâmetro da tubulação de condutores verticais é obtido conforme a análise do ábaco contido na norma.

Para $Q = 208,32$ L/min, $H = 50$ mm e $L = 7$ m, conforme analisado o Ábaco (Figura 10), determinou-se o DN 100mm para os condutores verticais.

Figura 10: Ábaco de calha com saída em aresta v



Fonte: NBR 10844:1989

5.4.8. Dimensionamento: reservatório de água de chuva

De acordo com a NBR 15527:2007, mais de um método de cálculo para dimensionar o reservatório para captação de águas pluviais, conforme tabela 11.

Tabela 11: Métodos de cálculo para dimensionamento de reservatório

Método	Fórmula	Comentário
Método Prático Inglês	$V = 0,05 * P * A$	Método simples. Pode resultar no superdimensionamento do reservatório.
Método Prático Alemão	$V = \min(D;P) * 0,06(6\%)$	Método simples. Pode resultar em reservatórios subdimensionados.
Método Azevedo Neto	$V = 0,042 * P * A * T$	Método simples. Dificuldade para determinar mês com pouca chuva.
Método da Simulação	$S_{(i+1)} = S_{(i)} + AP_{(i)} - D_{(i)}$	Método mais elaborado. Consiste na realização de um balanço de massa.
Método de Rippl	$S_{(i)} = D_{(i)} - Q_{(i)}$ $Q_{(i)} = C * P * A$ $V = \sum S_{(i)}$, somente para $S_{(i)} > 0$	Método mais elaborado. Volume do reservatório determinado por análise gráfica. Não leva em consideração a demanda por água de chuva.
Método Prático Australiano	$Q = A * C * (P-I)$ $V_t = V_{s,1} + Q_t - D_t$ Confiança = $1 - (N_r / N)$	Método mais trabalhoso. O volume do reservatório é determinado, por tentativa e erro, em função do nível de confiança do sistema.

Fonte: Anexo A, NBR 15527:2007

O método a ser utilizado para dimensionar o reservatório do projeto será o Método Azevedo Neto, através da equação: $V = 0,042 * P * A * T$

Onde:

P é o valor numérico da precipitação média anual, expresso em milímetros (mm);

T é o valor de número de meses de pouca chuva ou seca;

A é o valor da área de coleta em projeção, expresso em metros quadrados (m²);

V é o valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, expresso em litros (L).

Os valores de precipitação média anual e valor numérico dos números de meses com pouca chuva foi obtido conforme Tabela 12 e adotado valor de T = 5.

Tabela 12: Dados de precipitações mensais da cidade de Atibaia

CIAGRO - Dados Mensais no período de 01/06/2016 até 01/06/2017						
Local: Atibaia						
Mês	Dias	Dias de Chuva	Chuva Total	Média Mensal da Chuva Total	Chuva Máxima	Chuva Mínima
janeiro	31	21	296,6	296,6	68,3	0,3
fevereiro	28	12	105,1	106,0	25,9	0,3
março	31	14	116,5	116,5	29,0	0,3
abril	30	5	63,3	63,3	36,6	0,5
maio	31	9	127,7	127,7	34,3	0,3
junho	31	8	161,5	156,3	58,4	1,3
julho	31	2	2,3	2,3	2,0	0,3
agosto	31	5	48,1	48,1	24,4	0,8
setembro	30	6	26,2	26,2	9,9	0,3
outubro	31	9	129,5	129,5	54,4	0,3
novembro	30	17	98,2	98,2	21,3	0,3
dezembro	31	15	130,8	130,8	28,7	0,3

Fonte: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/ciiagroonline/Quadros/QChuvaPeriodo.asp>, acesso em 01/06/2017

$$V = 0,042 \times P \times A \times T$$

$$V = 0,042 \times 108,5 \times 680 \times 5$$

$$V = 15487,85 \text{ L ou } 15,48\text{m}^3$$

5.4.9. Reservatório de primeiro descarte

Para promover a limpeza da superfície de captação, considera-se o descarte da primeira água de chuva, que por ser de pior qualidade, é desviada do reservatório de armazenamento.

O volume que será descartado depende da área de captação e pela NBR 15527:2007, é recomendado adotar o descarte de 2mm de chuva para cada metro quadrado.

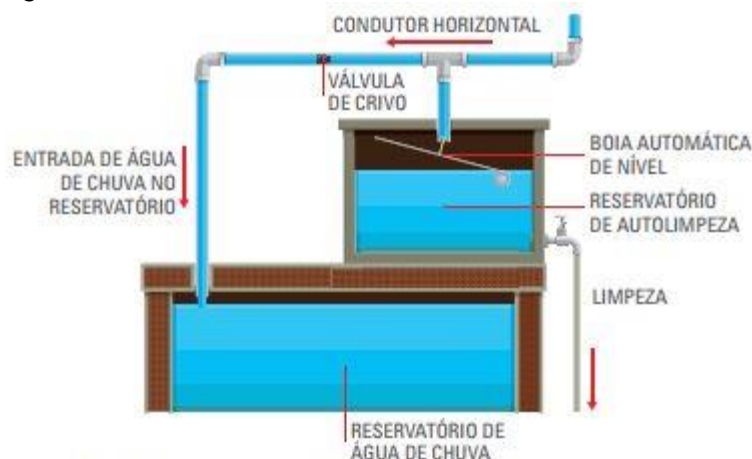
Volume do reservatório de descarte (L) = Área de Contribuição (m²) x 2mm

Volume do reservatório de descarte (L) = 680m² x 2 mm

Volume do reservatório de descarte (L) = 1360 litros ou 1,36m³

O melhor método para o descarte da primeira chuva, é a utilização de reservatórios de descarte com limpeza automática. Dentre as técnicas empregadas, para maiores áreas de captação, destaca-se o reservatório com boia.

Figura 11: Reservatório de descarte com torneira- boia.



Fonte: http://feam.br/images/stories/2016/PRODUCAO_SUSTENTAVEL/GUIAS-TECNICOS-AMBIENTAIS/CARTILHA_AGUA_DA_CHUVA_INTRANET.pdf. Acesso em 02/06/2017

5.4.10. Estimativa de custo

Estimando-se o cálculo de um reservatório em concreto armado segundo dados colhido no livro de Plinio Thomaz obtém-se:

Aproximadamente obtemos por análise de regressão a seguinte equação:

$$C = 336 \times V^{0,85}$$

Sendo:

C= custo do reservatório em US\$

V= volume da cisterna (m³)

Deve ser previsto custos imprevistos, projeto, despesas não esperadas, caixa de auto-limpeza ou equipamentos no valor de 30% do custo do projeto.

Custo de manutenção e operação anual: 6% do custo do projeto

Para reservatório de concreto com 15,5 m³ com dólar cotado a R\$ 3,28 em Junho/2017

$$C = 336 \times V^{0,85}$$

$$C = 336 \times 15,5^{0,85}$$

$$\mathbf{C = US\$ 3452,4 \text{ ou } R\$ 11.323,9}$$

$$\text{Custo contingencial} = 30\%$$

$$\mathbf{\text{Custo contingencial} = 0,30 \times 3452,4 = US\$ 1035,7 \text{ ou } R\$ 3397,16}$$

$$\mathbf{\text{Manutenção e operação anual: } 0,06 \times 3452,4 = US\$ 207,14 \text{ ou } R\$ 679,41}$$

5.5. FUNDAÇÃO

A fundação é uma parte fundamental na obra, deve ser bem projetada para evitar qualquer movimentação na base da estrutura que possa vir comprometer a mesma. Em galpões industriais a velocidade com que a obra executada é fundamental para o investidor visto que o galpão será para locação quanto antes a obra ficar pronta antes cedo o proprietário pode ter ser dinheiro de volta.

Existem variados tipos de funções, este trabalho abordará a fundação em estaca hélice contínua, visto que a mesma oferece uma agilidade na execução e podendo ser usada em solos arenoso e até mesmo onde encontramos um nível elevado de água.

5.5.1. Cargas na fundação.

Diferentemente de prédios a fundação em galpões industriais deve ser projetada principalmente para tração, devido o peso da estrutura não incidir sobre o pilar uma força normal elevada. O vento incide forte nos lados do galpão fazendo com que o mesmo venha a tracionar a estrutura da fundação.

5.5.2. Estaca hélice contínua

A estaca hélice contínua é muito usada na construção civil, sua facilidade na execução e a injeção do concreto com o mesmo equipamento fazem com que este método seja muito usado. Além do mais a estaca pode ser executada em terrenos poucos coesivos na presença ou não de água, a perfuração rende em média 250m por dia, porém esse número depende de fatores como diâmetro da hélice, profundidade da estaca e da resistência do terreno.

Atingido a profundidade desejada com a hélice o concreto é bombeado por um tubo no interior do equipamento que é retirado lentamente do furo girando ou no mesmo sentido de perfuração. A armadura é inserida no furo após a concretagem, devido ao peso do mesmo, isso é feito sem muita dificuldade.

5.5.3. Cálculo da Fundação

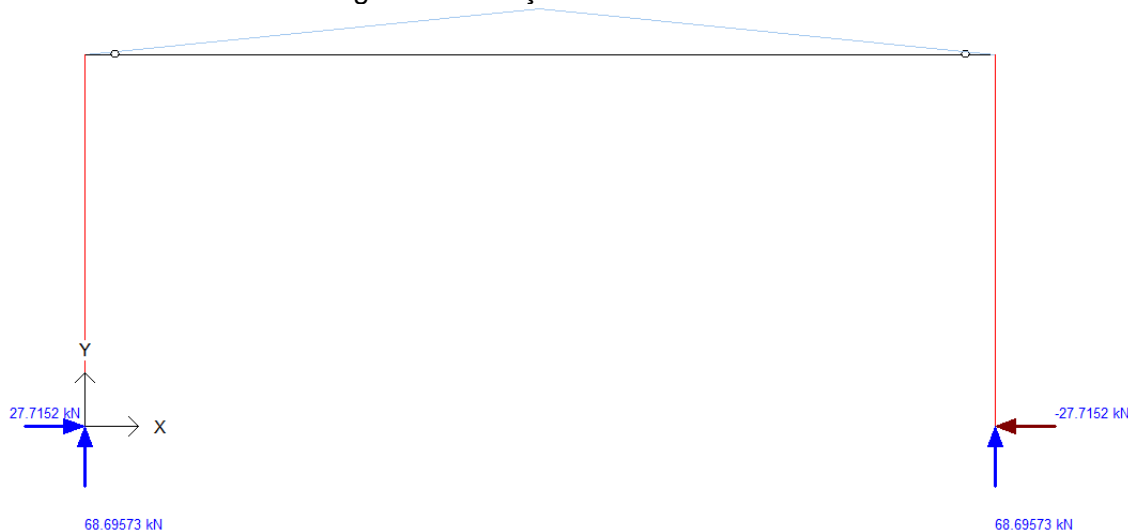
Para o dimensionamento dos elementos de fundação é indispensável o ensaio NSPT, este teste nos fornece as características do solo e a sua resistência, também conhecida como tensão admissível do solo. Com os dados do ensaio e o uso de algumas formulas podemos definir o diâmetro da estaca para q suporte a carga aplicada pelos pilares no solo.

5.5.4. Cargas atuantes

Com o auxílio do software TRAME podemos ver as piores condições de reações nos apoios.

O caso onde houve maior intensidade de força normal no pilar foi proveniente da combinação de carga permanente mais cargas acidentais, resultaram um força de 68,69 Kn no solo, como pode ser observado na Figura 12.

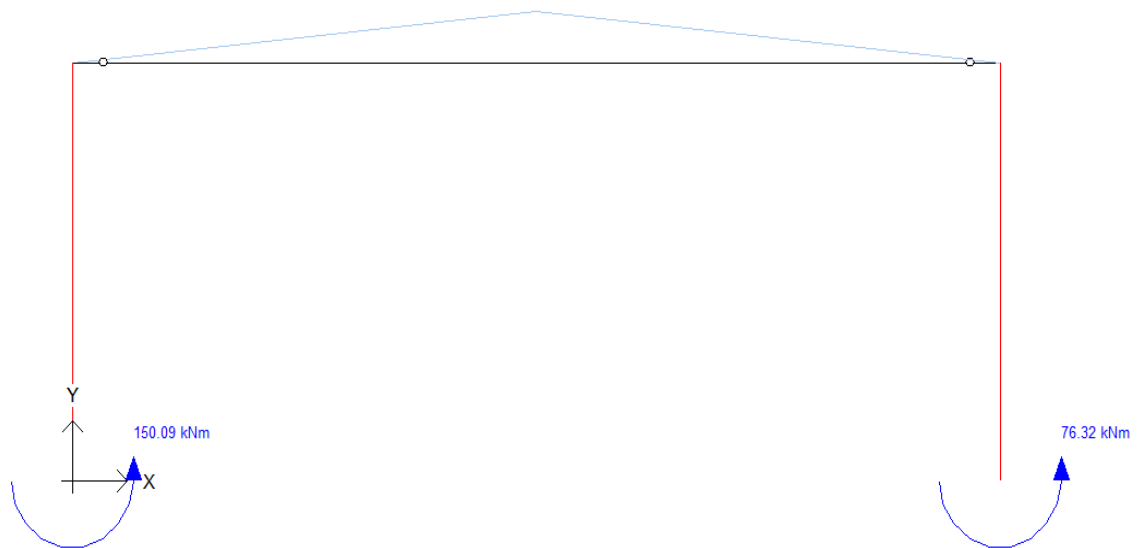
Figura 12: Reações normais no solo.



Fonte: Autoria própria

Também devemos considerar a reação de momento no solo, proveniente do esforço lateral advindo do vento atuando na estrutura. O seu valor de 150.09KN.m.

Figura 13: Reações de momento no solo



Fonte: Autoria própria

5.5.5. Definição do comprimento de estaca.

Para o cálculo da estaca existem inúmeros métodos conhecidos e utilizados, e fica a critério do projetista escolher o qual será utilizado, neste estudo será apresentado os valores obtidos em todos os métodos, Aoki-Velloso, Decourt-Quaresma e Teixeira. Porém será utilizado o método de Teixeira. Os cálculos executados por uma tabela no Excel, a qual introduz-se os dados da estaca como tipo e diâmetro e os as características do solo obtidas no ensaio SPT.

Para uma carga de projeto devemos também considerar o momento advindo do esforço de vento, que dividido pelo braço de alavanca (espaço entre estacas) transforma-se em esforço normal. Com essas observações temos uma estaca com as seguintes características.

$$\text{Força normal na estaca} = \frac{\text{Momento (Kn.m)}}{\frac{\text{Dist entre estacas}}{2}}$$

A distância entre as estacas dividida por 2 é o braço de alavanca que traciona a estaca.

$$\text{Força normal na estaca (momento)} = \frac{150,09 \times 1,4 \text{ (Kn.m)}}{\frac{0,75}{2}} = 560,34 \text{ Kn}$$

$$\text{Força normal total na estaca} = 560,34 \text{ Kn} + 68,69 \text{ Kn} = 629,03 \text{ Kn}$$

Tabela 13: Dimensionamento da estaca de fundação

Estaca	Tipo		Diâmetro	N.A
			(cm)	(m)
Moldada in-loco	Escavada		50	6
Carga Admissível na cota de apoio da Estca (kN)				
	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
6,00	432,93	432,81	826,61	564,12
Carga Geotécnica Admissível (kN)				
	Aoki-Velloso	Décourt-Quaresma	Teixeira	Média
0	0	0	0	0
1	205,21	215,00	334,58	251,6
2	670,79	288,14	612,61	523,85
3	507,65	335,27	661,31	501,41
4	581,66	370,12	742,20	564,66
5	389,10	363,25	677,25	476,53
6	432,93	432,81	826,61	564,12

Fonte: Elaborada pelo autor

Observamos que a resistência obtida a 2 metros de profundidade no solo com as características do obtidas no SPT já é maior que a exercida pelo pilar no projeto, portando esta estaca atende a necessidade.

$T_{adm} > T_{solicitada}$

$826,61\text{Kn} > 629,03\text{Kn}$ OK!

Porém segundo os dados emitidos pelo software TRAME o estrutura apresenta reação de momento no solo, isso implica que a utilização apenas de 1 estaca na fundação pode acarretar um acúmulo de tensão na ligação com o bloco, e o local vir a apresentar patologias.

A saída encontrada então será a utilização de 2 estacas, para que aja melhor distribuição da força provinda da ação do vento na estrutura, 2 estacas em conjunto podem combater esse esforço, pois quando uma estaca for comprimida a outra traciona e vice versa dependendo do lado do vento.

5.5.6. Armadura da estaca

É necessária uma armadura para combater a tração que ocorrerá nas estacas, o concreto já possui por si uma resistência a tração mas não é suficiente.

O momento que atua na fundação no pior caso é de 150,09Kn.m e a distância entre as 2 estacas no bloco de fundação de eixo a eixo é dada por 3x o diâmetros em estacas escavadas. Com essas informações podemos definir a força normal que traciona as estacas.

$$\text{Força normal na estaca} = \frac{\text{Momento (Kn.m)}}{\frac{\text{Dist entre estacas}}{2}}$$

A distância entre as estacas dividida por 2 é o braço de alavanca que traciona a estaca.

$$\text{Força normal na estaca} = \frac{150,09 \times 1,4 \text{ (Kn.m)}}{\frac{0,75}{2}} = 560,34 \text{ Kn}$$

Usando uma barra CA50 onde oferece uma resistência a tração de 50Kn/cm² podemos definir a área de aço necessária na estaca.

$$\text{Área de aço} = \frac{560,34 \text{ Kn}}{\frac{50 \text{ Kn/cm}^2}{1,15}} = 12,89 \text{ cm}^2$$

Cada barra de ½" possui uma área de aço de 1,25cm².

$$\text{Numero de barras} = \frac{12,89 \text{ cm}^2}{1,25} = 11 \text{ barras}$$

Segundo a norma NBR 6122 o comprimento mínimo da armadura na estaca deve ser de 3 metros, neste caso será armada todo o comprimento longitudinal da estaca, 2 metros.

O dimensionamento dos estribos não é previsto em norma, porém existem recomendações de barras de Φ de 5 mm espaçadas doze vezes o Θ da barra usada na armadura longitudinal.

$$\text{Espaçamento de estribos} = 12 \times 1,25 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

Barras de diâmetro 0,5 cm.

5.5.7. Bloco de fundação

O bloco é responsável por transferir os esforços da estrutura para as estacas, pode ser sobre várias estacas, isso altera com o porte da obra e conseqüentemente a carga transmitida a fundação. Conforme a NBR 6118 o bloco trabalha a flexão nas

2 direção concentradas nas linhas sobre estacas denominadas bielas de compressão.

Para dimensionar o bloco a NBR 6118 orienta que seja seguido o modelo chamado “biela-tirante”, onde as bielas são a parte comprimida do concreto e o tirante é a armadura do bloco na cabeça das estacas.

Para o cálculo foi elaborada uma planilha no Excel que atende todas os requisitos da norma.

Tabela 14: Dimensionamento do bloco de fundação

Pilar		
<u>Identificação</u>		Un.
Carga Normal no Pilar	96,2	kN
fck	25	Mpa
<i>DIMENSÕES DO PILAR</i>		
Largura	35	cm
comprimento	35	cm
<i>ESTACAS</i>		
øestaca	50	cm
PU - capacidade de carga	96	kN
<u>Quantidade de Estaca</u>	<u>2,00</u>	
<i>DIMENSÃO DO BLOCO</i>		
Largura (b)	70	cm
Comprimento (L)	220	cm
Ângulo α - suposição	45	°
Altura supondo 45°(d)	66,25	cm
Altura definida (d)	66,25	cm
Altura do Bloco supondo 45° (h)	71,25	cm
Ângulo α definitivo	45	°
<i>TENSÃO NAS BIELAS</i>		
Tensão no Pilar (tcdp)	2,199	Mpa
Limite do fck	22,5	Mpa
Tensão nas Estacas (tcde)	0,69	Mpa
<i>ARMADURAS</i>		
Armadura do Bloco (As)	1,62	cm ²
Armadura de pele vert.	5,25	
Armadura de pele hor.	5,25	
Quant. Armaduras	10 ø x 20,0 mm	

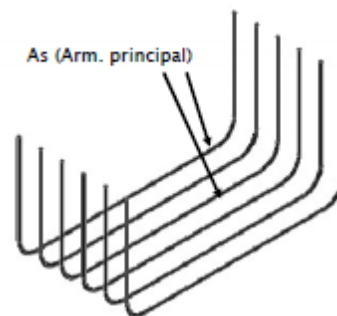
Fonte: Elaborada pelo autor

5.5.7.1. Armadura no bloco

5.5.7.1.1. Armadura Principal

A armadura principal é disposta no sentido longitudinal as estacas e será tracionada no bloco, por questões construtivas e de ancoragem é curvada e ancorada na face elevada do bloco, e servirá de apoio para outras armaduras que virão a compor o bloco.

Figura 14 : Disposição da armadura principal



Fonte: Autoria própria.

E necessário na cabeça das estacas uma área de aço de $1,62\text{cm}^2$, foi encontrado um valor baixo devida a estrutura metálica transferir pouco esforço para o solo.

Cada barra de diâmetro de 8mm possui uma área de $0,5\text{cm}^2$.

$$N \text{ de barras} = \frac{1,62\text{cm}^2}{0,5\text{cm}^2} = 4 \text{ barras}$$

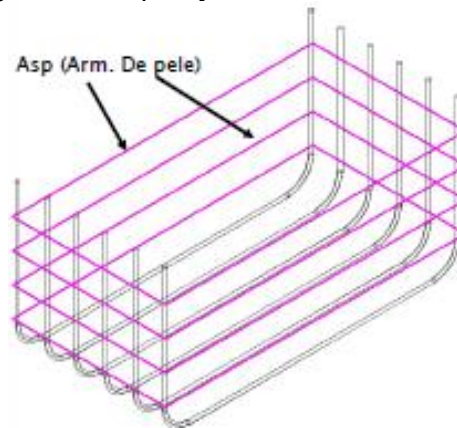
Apenas 4 barras é suficiente para atender os esforços. O bloco tem 45cm de largura, consideramos um cobrimento de 3 cm para concreto em contato com o solo segundo a NBR 6118.

$$\text{Espaçamento} = \frac{45\text{cm} - 2 \times 3\text{cm}}{3} = 13\text{cm}$$

5.5.7.1.2. Armadura de pele

A armadura de pele combate a fissuração no bloco.

Figura 15: Disposição da armadura de pele



Fonte: Autoria própria

A armadura de pelo é calcula em função do comprimento do bloco, neste caso a necessidade foi de $3,38\text{cm}^2/\text{m}$ de aço, neste caso o bloco possui 65cm de altura.

$$\text{Área de aço na face} = \frac{5,25\text{cm}^2}{\text{m}} \times 0,65\text{m} = 3,41\text{cm}^2$$

$$N \text{ de barras } \varnothing 8\text{mm} = \frac{1,17\text{cm}^2}{0,5\text{cm}^2} = 7 \text{ barras}$$

$$\text{Espaçamento} = \frac{65\text{cm} - 2 \times 3\text{cm}}{6} = 10\text{cm}$$

Para a amadura de pele no bloco, 7 barras de 8mm de diâmetro cada 10 cm atende a necessidade requerida no projeto.

5.5.7.1.3. Estribos do bloco

Os estribos combate os esforços de cisalhamento no bloco, neste a caso a área de aço necessária é a mesma da armadura de pele $5,25\text{cm}^2/\text{m}$.

$$\text{Área de aço na lateral} = \frac{5,25\text{cm}^2}{\text{m}} \times 2,20\text{m} = 11,55\text{cm}^2$$

$$N \text{ de barras } \varnothing 8\text{mm} = \frac{11,55\text{cm}^2}{0,5\text{cm}^2} = 24 \text{ barras}$$

$$\text{Espaçamento} = \frac{2,20\text{cm} - 2 \times 3\text{cm}}{23} = 10\text{cm}$$

Espaçamento entre os estribos de 10 cm .

5.6. Conceito básico sobre piso industrial

No galpão industrial é fundamental a existência de um bom piso para o pavimento, pois essas estruturas estarão sujeitas a muitas cargas de variados sentidos e valores. Além do que o piso deve se manter liso e acetinado, para que seja fácil a locomoção dos equipamentos no interior do galpão.

Para as condições de carregamento levamos em conta as situações mais favoráveis sendo as forças atuando no centro da placa e as menos favoráveis que são as forças atuando na borda da placa onde a intensidade da força pode ser o dobro. O cálculo estrutural é conduzido no estágio III segundo a norma NBR 6118, usando telas soldadas CA 60 e o concreto com resistência superior a 25Mpa. As juntas de construção e de retração devem ser protegidas por mecanismos adequados para garantir a transferência das cargas. Sempre devemos empregar sub base e considerar seu efeito de erosão, seja por processo de expulsão de finos por bombeamento ou similar.

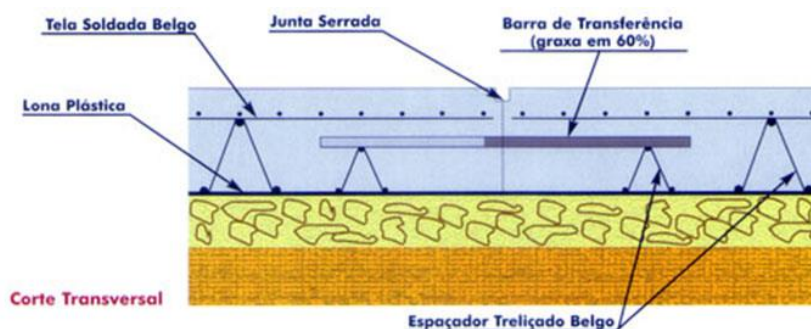
5.6.1. Fundação do pavimento

O suporte da fundação tem o valor aferido pelo coeficiente de recalque k denominado modo de reação. cujo valor é determinado por ensaios.

O pavimento rígido tem bom desempenho até mesmo em solos moles, porém o uso da sub base confere valores que o torna essencial.

As sub bases que podem ser utilizadas são as mesmas encontradas em pavimentos de concretos simples, o aumento do coeficiente de recalque está ligado ao tipo de sub base e a sua espessura, como demonstra a Figura 16.

Figura 16: Corte transversal genérico do piso industrial



Fonte: <http://diferraco.com/produto/barras-de-transferencia/> 29/07/17 10:00

5.6.2. Juntas de transferência

Segundo o AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI), É fundamental na execução do pavimento em concreto armado, pois é impossível de executar o piso sem que ocorra juntas até mesmo pelo efeito de dilatação e retração do concreto. A função das juntas é transferir a carga da extremidade de uma placa para outra, fazendo assim com que as placas se solidarizem e não ocorra acúmulo de força em uma delas, no caso da junta não ser suficiente para esse fim acrescenta-se uma barra paralela a junta de pelo menos 16 mm atuando como um reforço numa faixa de 50 cm de largura.

As barras têm diâmetros em função da espessura da placa, é possível obter o diâmetro da barra de transferência através do manual e pavimentos rígidos do DNIT, conforme a tabela 15.

Tabela 15: Diâmetros das barras x espessura piso

Espessura da placa de concreto cm	Diâmetro da Barra de Transferência mm
8,0	10,0
10,0	12,5
12,5	16,0
15,0	20,0
20,0 a 22,5	25,0
25,0 a 30,0	32,0

Fonte: Manual de pavimentos rígidos DNIT

5.6.3. Dimensionamento do pavimento

Considerando o tráfego de empilhadeiras como principal força a atuar no piso do galpão podemos ter os seguintes valores para o dimensionamento.

Peso do eixo mais carregado: 75.000 N

Largura do eixo dianteiro: 1,2 m

Rodagem simples

Pressão de enchimento dos pneus: 0,7 MPa = 0,7 x 10⁶ Pa

Tabela 16: Valor de k

Valor e suporte do subleito		Módulo de Reação no topo do sistema para espessuras de base iguais a (cm)			
CBR (%)	k (MPa/m)	10	15	20	30
2	16	19	22	27	33
3	24	27	31	37	45
4	30	34	38	44	54
5	34	38	42	49	59
6	38	42	46	53	65
7	41	45	50	56	69
8	44	48	53	60	72
9	47	52	56	63	76
10	49	54	58	65	79
11	51	56	60	67	81
12	53	58	62	69	84
13	54	59	63	70	85
14	56	61	65	72	87
15	57	62	66	73	88
16	59	64	68	75	91
17	60	65	69	76	92
18	61	66	70	77	93
19	62	67	71	78	94
20	63	68	72	79	96

Fonte: Manual de pavimentos rígidos DNIT

Podemos encontrar o valor do coeficiente de recalque do solo por meio de ensaios em laboratórios ou através de tabelas quando houver o uso de sub base composta por brita graduada.

Estipulamos para o calculo do pavimento os seguintes valores.

Solo

Subleito com CBR igual a 5%

Sub base de brita graduada com espessura igual a 10 cm de brita graduada.

Ação

Peso do eixo mais carregado: 75.000 N

Largura do eixo dianteiro: 1,2 m

Rodagem simples

Pressão de enchimento dos pneus: 0,7 MPa = 0,7 x 10⁶ Pa

Estipulamos uma espessura inicial para o piso de 10 cm assim obtemos um valor de **k= 38 Mpa/m**. O concreto terá fck de 30Mpa e será empregada tela soldada.

Raio de rigidez.

$$l = \sqrt[4]{\frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2) \cdot Kr}} = 0,54m$$

Onde:

E = módulo de elasticidade do concreto em Mpa

H = espessura da placa de concreto em m

V = coeficiente de Poisson do concreto, que geralmente é de 0,15

Kr = coeficiente de recalque da fundação corrigido em Mpa/m

$$l = \sqrt[4]{\frac{30.000 \cdot 0,10^3}{12 \cdot (1 - 0,15^2) \cdot 40}} = 0,54m$$

0,10 = espessura do piso

Determina-se inicialmente a área de contato A (em m²) do pneu e as suas dimensões básicas L (comprimento) e W (largura) :

$$A = \frac{Pr}{q}$$

Onde:

Pr: carga atuante em um pneu, em newton (N), isto é, a carga total do eixo, dividida pelo número de rodas deste eixo.

q: pressão de enchimento dos pneus, em Pa.

$$A = \frac{75.000}{0,7 \cdot 10^6} = 0,05m^2$$

$$L = \sqrt{\frac{0,0536}{0,523}} = 0,32m$$

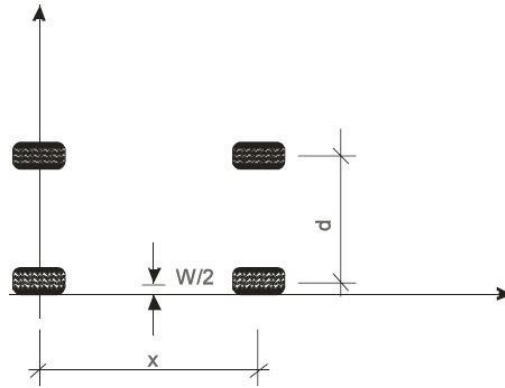
$$W = 0,6 \cdot 0,32 = 0,19m$$

A largura do eixo carregado é superior ao dobro do raio de rigidez isso indica que não haverá sobreposição de carregamentos. Devido a isso pode-se determinar

apenas o momento na borda da placa, e o momento no interior será o momento encontrado na borda dividido por 2.

$$\frac{L}{l} = \frac{0,32}{0,54} = 0,59$$

Figura 17: Esquema do eixo da empilhadeira



Fonte: Manual de pavimentos rígidos DNIT

$$\text{Roda1: } \frac{d}{l} = \frac{0,095}{0,54} = 0,17 \quad N_1 = 600$$

$$\text{Roda2: } \frac{d}{l} = \frac{1,295}{0,54} = 2,4 \quad N_2 = 0 \quad \text{isso comprova que não há sobreposição de carregamentos.}$$

Calcula-se o momento no interior e na borda da placa.

$$M = \frac{N \cdot q \cdot x^2}{10.000}$$

Onde:

N = número de blocos determinado pela carta de influência.

Q = pressão de enchimento do pneu (em Pa)

l = raio de rigidez relativo da placa (em m)

$$M_b = \frac{600 \cdot 0,7 \cdot 10^6 \cdot 0,54^2}{10.000} = 12.247N \cdot \frac{m}{m} = 123tf \cdot \frac{cm}{m}$$

$$M_i = \frac{M_b}{2} = 62tf \cdot \frac{cm}{m}$$

Dimensionamento da armadura no interior da placa.

$$k_6 = \frac{bh^2}{M_i}$$

onde

M_i = momento atuante no interior da placa (em tf x cm/m)

B = largura considerada, geralmente 100 cm

H = espessura da placa, menos 3,0 cm de cobrimento

$$k_6 = \frac{100.7^2}{62} = 79,03$$

Tabela 17: Valor de K3

Placa normal simples seção retangular	Concreto de f_{ck} igual a:					Valores de k_3 CA-60
	25	26	27	28	30	
$\square_f \square 1,4$	18.638,00	17.921,00	17.257,00	16.641,00	15.531,00	0,269
	4.710,00	4.529,00	4.361,00	4.206,00	3.925,00	0,270
	2.118,00	2.036,00	1.961,00	1.891,00	1.726,00	0,271
$\square_e \square 1,4$	1.206,00	1.159,00	1.116,0	1.077,00	1.005,00	0,272
	781,70	751,70	723,80	698,00	651,40	0,273
	550,40	529,20	509,60	491,40	458,60	0,274
$\square_s \square 1,15$	410,30	394,50	379,90	366,30	341,80	0,275
	319,00	306,70	295,40	284,80	265,80	0,276
	256,20	246,40	237,20	228,80	213,50	0,277
	211,20	203,10	195,60	188,60	176,00	0,278
	177,80	171,00	164,70	158,80	148,20	0,279
	152,40	146,60	141,10	136,10	127,00	0,280
	132,70	127,60	122,90	118,50	110,60	0,282
	117,10	112,60	108,40	104,50	97,54	0,283
	104,50	100,50	96,75	93,30	87,08	0,284
	94,30	90,67	87,31	84,19	78,58	0,285
	85,94	82,63	79,57	76,73	71,62	0,287
	79,01	75,98	73,16	70,55	65,85	0,288
	73,19	70,37	67,77	65,35	60,99	0,290
	68,22	65,60	63,17	60,91	56,85	0,291
	63,94	61,48	59,20	57,09	53,28	0,293
	60,20	57,89	55,74	53,75	50,17	0,294
	56,92	54,73	52,70	50,82	47,43	0,296
	54,01	51,93	50,01	48,23	45,01	0,298
	51,42	49,44	47,61	45,91	42,85	0,299
	49,14	47,15	45,50	43,87	40,95	0,301
	47,54	45,71	44,02	42,44	39,62	0,302
46,06	44,28	42,64	41,12	38,38	0,304	
44,68	42,96	41,37	39,89	37,23	0,305	
43,39	41,73	40,18	38,75	36,16	0,307	
42,20	40,57	39,07	37,67	35,16	0,308	
41,07	39,49	38,03	36,67	34,23	0,309	
40,02	38,48	37,06	35,73	33,35	0,311	
39,03	37,53	36,14	34,85	32,53	0,312	
38,10	36,64	35,28	34,02	31,75	0,314	
37,22	35,79	34,47	33,24	31,02	0,316	
36,40	35,00	33,70	32,50	30,33	0,317	
35,61	34,24	32,97	31,80	29,68	0,319	
34,87	33,53	32,29	31,14	29,06	0,320	
34,17	32,86	31,64	30,51	28,47	0,322	
33,50	32,22	31,02	29,91	27,92	0,324	
32,87	31,61	30,44	29,35	27,39	0,325	
	31,03	29,88	28,81	26,89	0,327	

Fonte: Manual de pavimentos rígidos DNIT

$$k_3 = 0,284$$

A determinação da seção de armadura inferior (A_s) é feita por meio da expressão :

$$A_s = k_3 \cdot \frac{M_i}{h} \text{ em cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 0,284 \cdot \frac{62}{7} = 2,51 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ na parte interna da placa. TELA Q 283}$$

Cálculo da armadura na borda da placa:

Usamos o momento atuante na borda da placa.

$$k_6 = \frac{100 \cdot 7^2}{124} = 39,52$$

$$k_3 = 0,302$$

$$A_s = 0,302 \cdot \frac{124}{7} = 5,34 \text{ cm}^2/\text{m} \text{ na borda da placa. 2 X TELA Q 283}$$

Tabela 18: Tela soldada nervurada Gerdau

AÇO CA 60 DESIGNAÇÃO	ESPAÇAMENTO ENTRE FIOS (CM)		DIAMETRO (MM)		SEÇÕES (CM ² /M)		APRESENTAÇÃO	DIMENSÃO (M)		PESO	
	LONG	TRANSV	LONG	TRANSV	LONG	TRANSV		LARGURA	COMP.	Kg/m ²	Kg/Peça
Q 61	15	15	3,4	3,4	0,61	0,61	PAINEL	2,45	6	0,97	14,25
Q 75	15	15	3,6	3,6	0,75	0,75	PAINEL	2,45	6	1,21	17,61
Q 92	15	15	4,2	4,2	0,92	0,92	PAINEL	2,45	6	1,48	21,76
Q 113	15	15	3,8	3,8	1,13	1,13	PAINEL	2,45	6	1,6	26,46
Q 138	15	15	4,2	4,2	1,38	1,38	PAINEL	2,45	6	2,2	32,34
Q 159	15	15	4,5	4,5	1,59	1,59	PAINEL	2,45	6	2,52	37,04
Q 196	15	15	5	5	1,95	1,95	PAINEL	2,45	6	3,11	45,72
Q 246	15	15	5,6	5,6	2,46	2,46	PAINEL	2,45	6	3,91	57,48
Q 283	15	15	6	6	2,83	2,83	PAINEL	2,45	6	4,48	65,66
Q 335	15	15	8	8	3,35	3,35	PAINEL	2,45	6	5,37	78,94
Q 398	15	15	7,1	7,1	3,96	3,96	PAINEL	2,45	6	6,28	92,32
Q 503	15	15	8	8	5,03	5,03	PAINEL	2,45	6	7,97	117,16
Q 636	15	15	9	9	6,36	6,36	PAINEL	2,45	6	10,09	148,32
Q 785	15	15	10	10	7,85	7,85	PAINEL	2,45	6	12,46	183,16

Fonte: Manual de pavimentos rígidos DNIT

6. ESTRUTURA METÁLICA

O galpão é uma estrutura relativamente grande, neste caso possui dimensão 20mx33m, composto por pórticos espaçados 8,20m, com cobertura de 2 águas, essa concepção foi adotada devido ao finalidade do galpão, por tratar-se de algo que é para fim de locação adotou-se uma concepção básica inferior a 750m² que possibilita a construção do galpão sem a necessidade de hidrante q encareceria a obra. Tendo definido as dimensões é necessário definir as aberturas fixas e móveis que contém o galpão, essas foram estipuladas de forma a garante um conforto térmico dentro do galpão e uma certa flexibilidade com relação a logística interna do mesmo.

6.1. Dimensionamento

A inclinação da cobertura esta diretamente ligada com a rigidez da estrutura, quanto mais inclinado for a cobertura mais favorável a estabilidade do pórtico, porem deve-se ao projeto de captação das aguas pluviais neste caso, pois uma inclinação maior do telhado gera um aumento significativo da velocidade da agua durante a chuva. Inclinações menores desfavorecer a inflexibilidade do pórtico, mas torna mais cômodo o projeto de aguas pluviais.

Importante ressaltar que devemos fazer uma análise da topografia local para considerações nas ações de vento na estrutura, por se tratar de uma estrutura baixa é o região onde o estudo é realizado possui uma velocidade dos ventos entre 40 e 45 m/s segundo o mapa brasileiro das isopletras.

No levantamento das cargas consideramos o peso próprio da estrutura que é uma estimativa logo que ainda não foi definido os elementos que a iram compor. As cargas permanentes advindas da iluminação e da cobertura também são contadas. Importantes ressaltar a consideração das cargas acidentais sobre o telhado para a manutenção, todas essas cargas atuaram sobre o galpão ao longo da sua vida útil.

O método construtivo abordado neste trabalho deve ser analisado de forma que ocorra um melhor conformidade entre as etapas de projeto arquitetônico,

calculado, fabricação, transporte e montagem, para assim podem tornar a obra o mais viável possível.

6.2. Documentação do projeto

Todo o cálculo deve ser expressado no memorial de cálculo, além das uniões adotadas nas montagens das peças, e a ressalva das normas ABNT NBR 6120, ABNT NBR 6123, ABNT NBR 8800, e outras, nas normas podemos obter as considerações com relação às cargas atuantes na estrutura seja. É substancial expor o software utilizado para análise da estrutura e quais princípios o modelo de estrutura foi examinado.

Os desenhos são parte vital para o sucesso da obra, pois nos desenhos será fundamentada desde a fabricação das peças até a montagem na obra, por isso cada etapa recebe um desenho específico contendo as informações necessárias para o seu desempenho.

A última coisa que compõe a documentação de projeto é a lista de materiais, nela encontramos a quantidade e o tipo de parafuso a ser utilizado e o eletrodo que o aço escolhido pode receber, a NBR 8880 nos auxilia com relação a isso, nela encontramos listados os parafusos e os aços com suas específicas resistências. O tipo de telha escolhido deve ser indicado na lista de materiais com suas respectivas dimensões.

6.3. Ações atuantes na estrutura

Na análise estrutural devemos considerar todas as cargas que terão efeito significativo na estrutura, todas devem ser calculadas no estado limite último de serviço.

6.3.1. Ações permanentes

As ações permanentes e divide em diretas e indiretas, porém as indiretas não são abordadas no sistema construtivo deste trabalho. Então trataremos apenas das diretas que nada mais são as forças que atuarão na estrutura ao longo da sua vida útil de forma constante. A principal ação permanente advém do peso próprio da

estrutura e dos elementos fixos que a compõe os empuxos causados por movimentação de terra também são considerados.

O valores de peso próprio da estrutura podemos obter no catálogo do fabricante, se caso não houver a informação devemos nos nortear pela norma ABNT NBR 6120.

6.3.2. Ações variáveis

São ações que atuam na estrutura e sofrem variação ao longo de sua vida útil, no caso de galpões as mais comuns são, o peso dos elementos de iluminação, ventilação, instalações hidráulicas, cobertura, isolamento termo acústico, vento e dilatação por variação de temperatura. Todas as considerações de ações devem ser fundamentadas em normas específicas e em catálogos dos fornecedores.

6.4. Cálculos de ventos

O esforço de vento em um galpão é uma carga considerável devida as suas grandes dimensões, os cálculos foram feitos com auxílio do software de uso gratuito visual ventos.

Velocidade básica do vento

$$V_o = 40,00 \text{ m/s}$$

Fator Topográfico (S1)

Terreno plano ou fracamente acidentado

$$S_1 = 1,00$$

Fator de Rugosidade (S2)

Categoria III

Classe B

Parâmetros retirados da Tabela 2 da NBR6123/88 que relaciona Categoria e

Classe

$$b = 0,94$$

$$Fr = 0,98$$

$$p = 0,10$$

$$S_2 = b * Fr * (z/10)^{exp p}$$

$$S_2 = 0,94 * 0,98 * (9,00/10)^{exp 0,10}$$

$$S_2 = 0,91$$

Fator Estático (S3)

Grupo 3

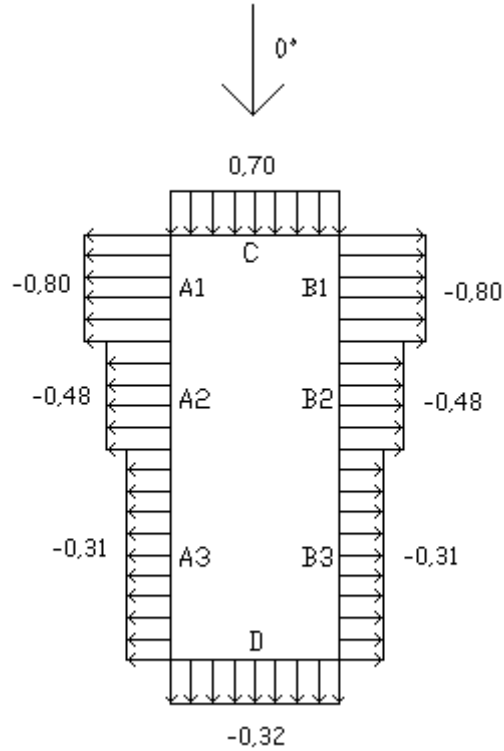
$S3 = 0,95$

Coeficiente de pressão externa

Paredes

Vento 0°

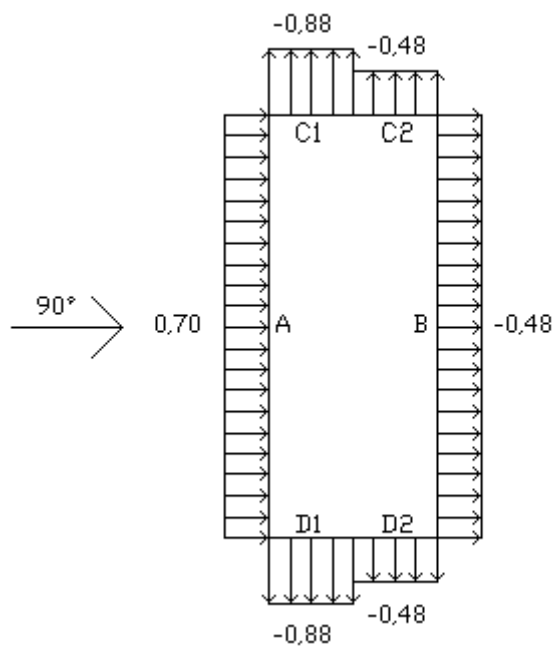
Figura 18: Vento 0°



Fonte: Programa Visual ventos

Vento 90°

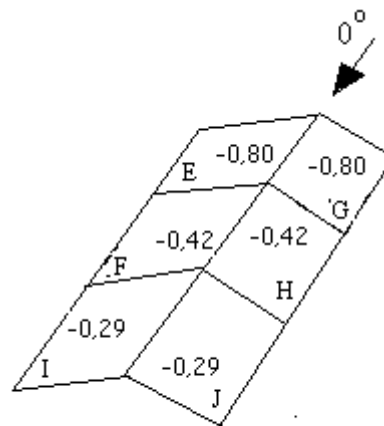
Figura 19: Vento 90°



Fonte: Programa Visual ventos

Telhado
Vento 0°

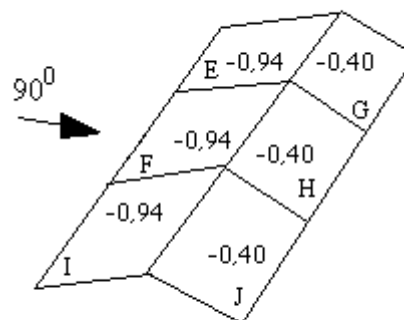
Figura 20: Telhado Vento 0°



Fonte: Programa Visual ventos

Vento 90°

Figura 21: Telhado Vento 90°



Fonte: Programa Visual ventos

Cpe médio = -0,98

Coeficiente de pressão interno

Cpi 1 = 0,20

Cpi 2 = -0,30

Velocidade Característica de Vento

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

$$V_k = 40,00 * 1,00 * 0,91 * 0,95$$

$$V_k = 34,62 \text{ m/s}$$

Pressão Dinâmica

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

$$q = 0,613 * 34,62^2$$

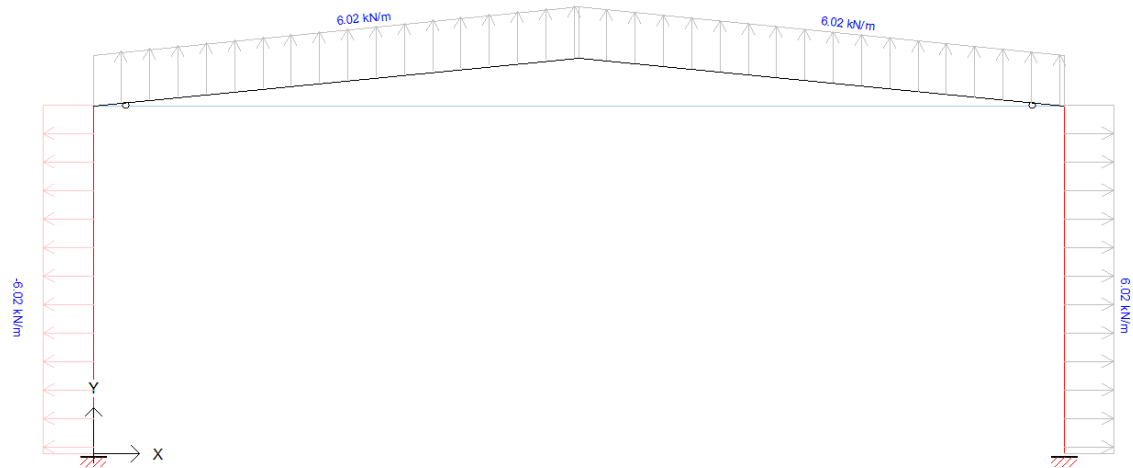
$$q = 0,73 \text{ kN/m}^2$$

Os 3 piores casos resultantes de esforços do vento foram ressaltados abaixo:

Esforços Resultantes

Vento 0° - $C_{pi} = 0,20$

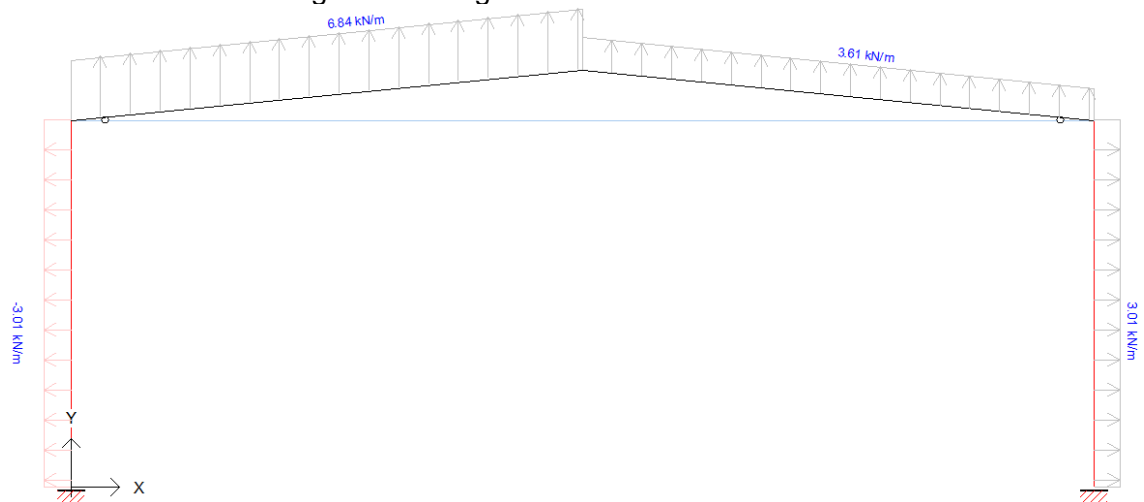
Figura 22: Cargas de vento na estrutura 0°



Fonte: Elaborado pelo autor

Vento 90° - $C_{pi} = 0,20$

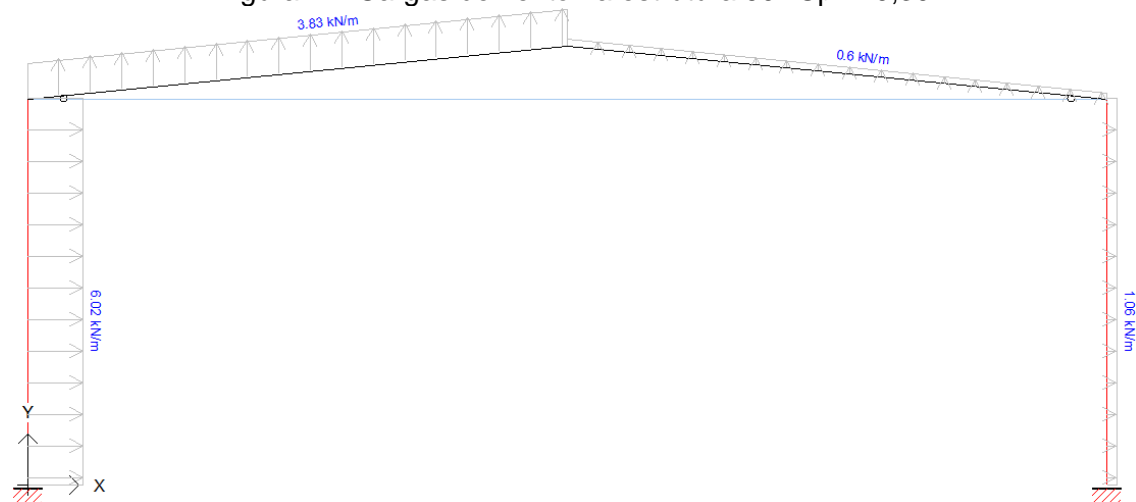
Figura 23: Cargas de vento na estrutura 90°



Fonte: Elaborado pelo autor

Vento 90° - Cpi = -0,30

Figura 24: Cargas de vento na estrutura 90° Cpi = 0,30



Fonte: Elaborado pelo autor

Para as terças consideramos a pressão de obstrução do vento no relatório do software visual ventos cujo valor é de 0,7 multiplicado por -1,40 que é o vento atuando a 90° na estrutura.

$$0,7 \times -1,40 = -0,98 \text{ kN/m}^2$$

6.5. Considerações das cargas permanentes

Segundo o livro manual da construção em aço podemos considerar as seguintes cargas.

Telhas 0,10 kN/m²

Instalações elétricas 0,05 kN/m²

Terças e Tirantes 0,10 kN/m²

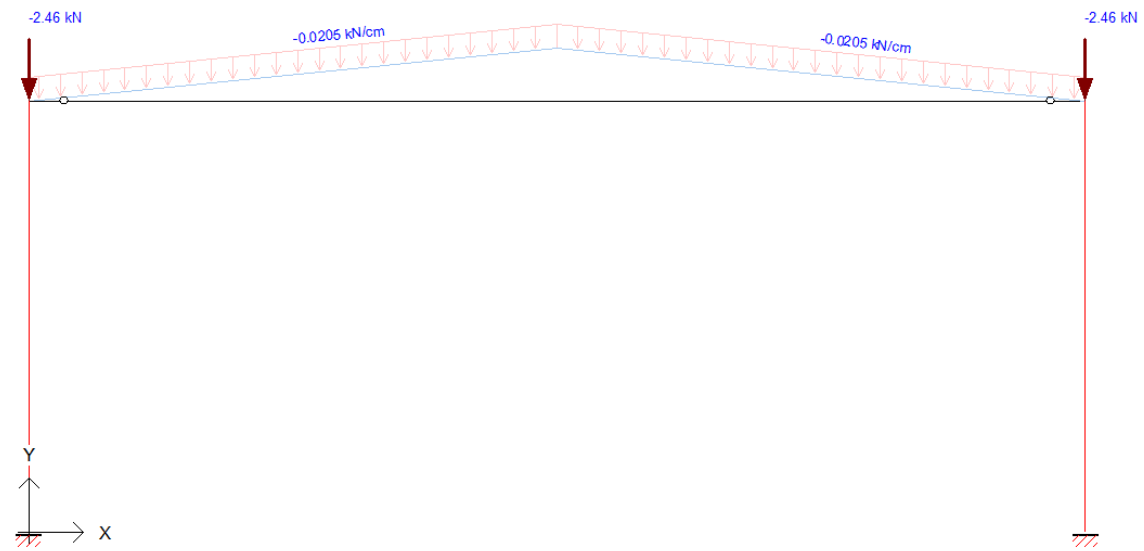
Total permanente atuando sobre a viga 0,25 kN/m²

$$0,25 \times 8,2 (\text{dist entre pórticos}) = 2,05 \text{ kN/m}$$

Cargas atuantes nos pilares devido ao fechamento lateral

$$\text{Telhas } 0,10 \text{ kN/m}^2 \times 3 \text{ m} \times 8,20 \text{ m} = 2,46 \text{ kN}$$

Figura 25: Esquema estático com carga permanente.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas terças consideramos o peso das telhas de cobertura sendo $0,10\text{Kn/m}^2$ multiplicado pela distancia entre as terças que varia entre 1,30m e 1,80m, isso varia de acordo com os efeitos das cargas acidentais e de vento. Aqui será usado o espaçamento de 1,50m por se tratar de um local onde o vento incide um esforço considerável nas telhas e este é transmitido para as terças.

Total permanente atuando sobre as terças $0,10\text{Kn/m}^2 \times 1,5\text{m} = 0,15\text{Kn/m}$

6.6. Considerações das cargas acidentais

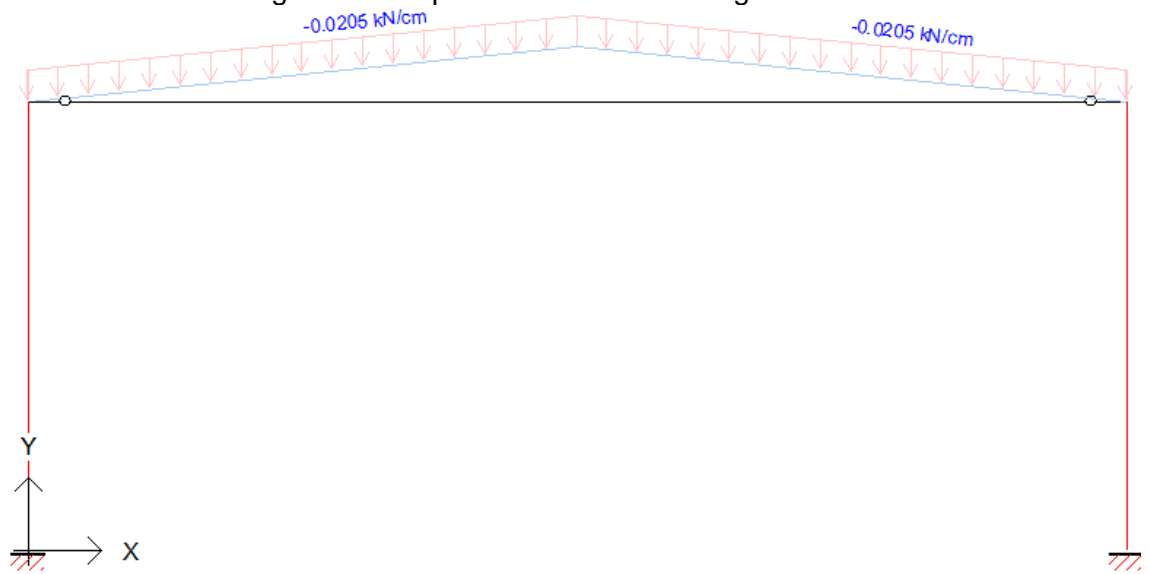
Segundo o Anexo “B” da NBR 8800, a ação acidental em telhados não deve ser menor que $0,25\text{kN/m}^2$. Neste caso o carregamento linearmente distribuído sobre o pórtico é :

$$0,25\text{kN/ m}^2 \times 8,2\text{m} = 2,05\text{kN/m}$$

E nas terças:

$$0,25\text{kN/ m}^2 \times 1,50\text{m} = 0,375\text{kN/m}$$

Figura 26: Esquema estático com carga acidental.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.7. Combinações

As combinações para estado limite ultimo de serviço são previstas na norma da ABNT NBR 8800:2008, como mostra a tabela 19.

Tabela 19: Valores do coeficientes de ponderação das ações.

Combinações	Ações permanentes (γ_R) ^{a,c}					
	Diretas					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas moldadas no local e de elementos construtivos industrializados e empuxos permanentes	Peso próprio de elementos construtivos industrializados com adições <i>in loco</i>	Peso próprio de elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,35 (1,00)	1,40 (1,00)	1,50 (1,00)	1,20 (0)
Especiais ou de construção	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,25 (1,00)	1,30 (1,00)	1,40 (1,00)	1,20 (0)
Excepcionais	1,10 (1,00)	1,15 (1,00)	1,15 (1,00)	1,20 (1,00)	1,30 (1,00)	0 (0)
	Ações variáveis (γ_a) ^{a,d}					
	Efeito da temperatura ^b	Ação do vento	Ações truncadas ^e	Demais ações variáveis, incluindo as decorrentes do uso e ocupação		
Normais	1,20	1,40	1,20	1,50		
Especiais ou de construção	1,00	1,20	1,10	1,30		
Excepcionais	1,00	1,00	1,00	1,00		

^a Os valores entre parênteses correspondem aos coeficientes para as ações permanentes favoráveis à segurança; ações variáveis e excepcionais favoráveis à segurança não devem ser incluídas nas combinações.

^b O efeito de temperatura citado não inclui o gerado por equipamentos, o qual deve ser considerado ação decorrente do uso e ocupação da edificação.

^c Nas combinações normais, as ações permanentes diretas que não são favoráveis à segurança podem, opcionalmente, ser consideradas todas agrupadas, com coeficiente de ponderação igual a 1,35 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a 5 kN/m², ou 1,40 quando isso não ocorrer. Nas combinações especiais ou de construção, os coeficientes de ponderação são respectivamente 1,25 e 1,30, e nas combinações excepcionais, 1,15 e 1,20.

^d Nas combinações normais, se as ações permanentes diretas que não são favoráveis à segurança forem agrupadas, as ações variáveis que não são favoráveis à segurança podem, opcionalmente, ser consideradas também todas agrupadas, com coeficiente de ponderação igual a 1,50 quando as ações variáveis decorrentes do uso e ocupação forem superiores a 5 kN/m², ou 1,40 quando isso não ocorrer (mesmo nesse caso, o efeito da temperatura pode ser considerado isoladamente, com o seu próprio coeficiente de ponderação). Nas combinações especiais ou de construção, os coeficientes de ponderação são respectivamente 1,30 e 1,20, e nas combinações excepcionais, sempre 1,00.

^e Ações truncadas são consideradas ações variáveis cuja distribuição de máximos é truncada por um dispositivo físico, de modo que o valor dessa ação não possa superar o limite correspondente. O coeficiente de ponderação mostrado nesta Tabela se aplica a este valor-limite.

Fonte: NBR 8800

Peso próprio = **PP**Carga permanente = **CP**Carga acidental = **CA**Vento 0° Cpi=0,20 = **CV 0**Vento 90° Cpi=0,20 = **CV 90I**Vento 90° Cpi=0,30 = **CV 90II**

Combinações para o pórtico

- 1) 1,25PP + 1,25CP + 1,50CA
- 2) PP + CP + 1,40 CV 0
- 3) PP + CP + 1,40CV 90I
- 4) PP + CP + 1,40CV 90II

Combinações nas terças.

- 1) 1,25CP + 1,5SC
- 2) 1,0CP + 1,4CV

O seno deve ser inserido na forma pois as terças são disposta inclinadas em cima das vigas, racionadas com o ângulo de inclinação do telhado.

6.8. Pré dimensionamento

É necessário um primeiro palpite para um pré dimensionamento, para assim podemos analisar se tal perfil escolhido atende os limites de deslocamentos.

6.8.1. Pilares

No caso de pilares não existe nenhum pré dimensionamento conhecido, devido a isso fomos introduzindo valores no programa TRAME que nos permite atribuir perfis em sua biblioteca até encontrarmos uma estrutura estável. Porem para adotamos o mesmo perfil da viga por questão de comodidade.

6.9. Vigas

Nas vigas metálicas a regra é mais simples ainda, podemos utilizar uma regra básica de 1/15 até 1/25 entre os pontos de momento nulo, para determinar a altura (H) do perfil metálico.

$$H = \frac{9,80}{25} = 0,39 \text{ m}$$

VS 400 x 44,04 possui um H = 40cm.

6.10. Tirantes

Os tirantes ligando as cabeças dos pilares diminuem as forças horizontais nos pilares reduzindo drasticamente os deslocamentos, fazendo com que o perfil metálico utilizado seja significativamente menor.

Estipulamos a bitola do cabo considerando tipo CA50 da seguinte forma.

$$A_{\text{seção do cabo}} = \frac{\text{Força normal aplicada}}{\text{tensão de escoamento do aço}/1,15}$$

$$A_{\text{seção do cabo}} = \frac{99,35Kn}{\frac{50Kn/Cm^2}{1,15}} = 2,28 \text{ Cm}^2$$

Cabo utilizado será de Φ 19mm que possui uma área de 2,83 cm².

6.11. Terças

Estes elementos são responsáveis por sustentar as telhas e a carga acidental que a norma pede, que é de possível manutenção sobre o telhado, também o vento exerce força sobre este elemento.

Podemos utilizar também um palpite inicial de 1/40 até 1/60 do vão, que no caso das terças é a distância entre os pórticos igual a 8,20m.

$$H = \frac{8,20}{50} = 0,164 \text{ m}$$

U 200 x 50 x 3 possui um H = 0,2m.

6.12. Análise dos deslocamentos

6.12.1. Análise dos deslocamentos nas vigas de cobertura.

No caso de vigas de cobertura segundo a NBR 8800 é permitido um deslocamento de L/250, onde L é o comprimento do vão. O galpão em estudo possui largura de 19.60m neste caso o deslocamento permitido nas vigas de cobertura será de:

$$\delta = \frac{1900cm}{250} = 7,60cm$$

O deslocamento máximo obtido no ponto mais alto do galpão foi de 7,3cm na direção vertical, portanto está dentro do limite estabelecido pela norma

6.12.2. Análise dos deslocamentos nos pilares.

A NBR 8800 prevê para edifícios de um único pavimento um limite de deslocamento não maior que a altura H do pilar dividido por 300, o projeto traz um pilar de 7.00m de altura sendo assim o deslocamento permitido é:

$$\delta = \frac{700cm}{300} = 2,33cm$$

Na ponta dos pilares o maior valor de deslocamento encontrada na análise do software foi de 2,32cm comparado aos valores estabelecidos pela norma este valor é aceitável.

Os deslocamentos na estrutura foram definidos com o uso do software gratuito TRAME 4.2.1 de acordo com a tabela 20.

Tabela 20: Limites de deslocamentos

Descrição	δ^a
- Travessas de fechamento	$L/180^b$
	$L/120^{c,d}$
- Terças de cobertura ^{g)}	$L/180^e$
	$L/120^f$
- Vigas de cobertura ^{g)}	$L/250^h$
- Vigas de piso	$L/350^h$
- Vigas que suportam pilares	$L/500^h$
Vigas de rolamento: ⁱⁱ⁾	
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal inferior a 200 kN	$L/600^i$
- Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN, exceto pontes siderúrgicas	$L/800^i$
- Deslocamento vertical para pontes rolantes siderúrgicas com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN	$L/1000^i$
- Deslocamento horizontal, exceto para pontes rolantes siderúrgicas	$L/400$
- Deslocamento horizontal para pontes rolantes siderúrgicas	$L/600$
Galpões em geral e edifícios de um pavimento:	
- Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base	$H/300$
- Deslocamento horizontal do nível da viga de rolamento em relação à base	$H/400^{k,l}$
Edifícios de dois ou mais pavimentos:	
- Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base	$H/400$
- Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	$h/500^m$
Lajes mistas	Ver Anexo Q

^a L é o vão teórico entre apoios ou o dobro do comprimento teórico do balanço, H é a altura total do pilar (distância do topo à base) ou a distância do nível da viga de rolamento à base, h é a altura do andar (distância entre centros das vigas de dois pisos consecutivos ou entre centros das vigas e a base no caso do primeiro andar).

^b Deslocamento paralelo ao plano do fechamento (entre linhas de tirantes, caso estes existam).

^c Deslocamento perpendicular ao plano do fechamento.

^d Considerar apenas as ações variáveis perpendiculares ao plano de fechamento (vento no fechamento) com seu valor característico.

^e Considerar combinações raras de serviço, utilizando-se as ações variáveis de mesmo sentido que o da ação permanente.

^f Considerar apenas as ações variáveis de sentido oposto ao da ação permanente (vento de sucção) com seu valor característico.

^g Deve-se também evitar a ocorrência de empoçamento, com atenção especial aos telhados de pequena declividade.

^h Caso haja paredes de alvenaria sobre ou sob uma viga, solidarizadas com essa viga, o deslocamento vertical também não deve exceder a 15 mm.

ⁱ Valor não majorado pelo coeficiente de impacto.

^j Considerar combinações raras de serviço.

^k No caso de pontes rolantes siderúrgicas, o deslocamento também não pode ser superior a 50 mm.

^l O diferencial do deslocamento horizontal entre pilares do pórtico que suportam as vigas de rolamento não pode superar 15 mm.

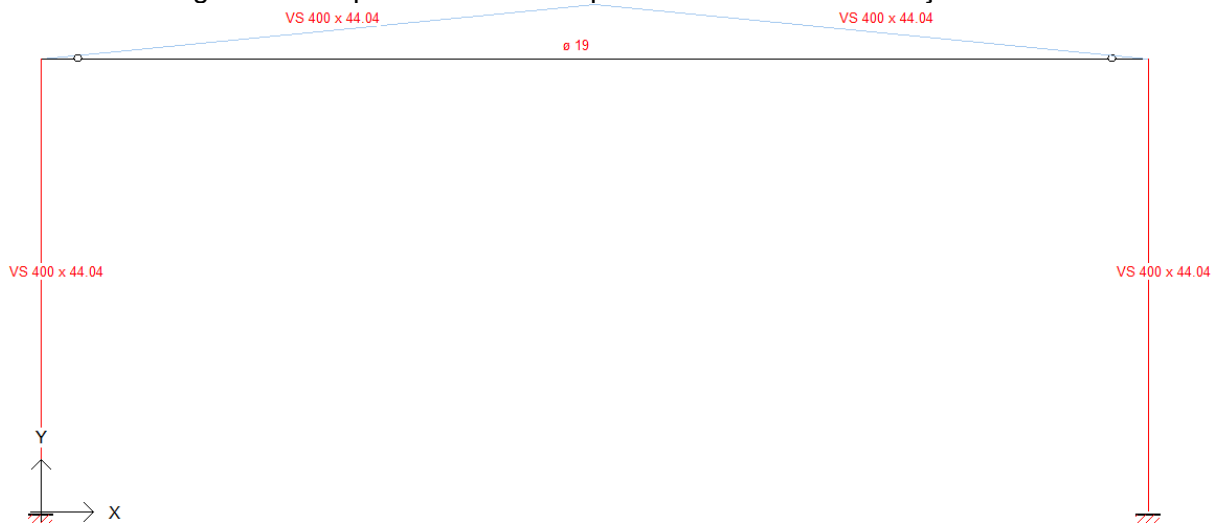
^m Tomar apenas o deslocamento provocado pelas forças cortantes no andar considerado, desprezando-se os deslocamentos de corpo rígido provocados pelas deformações axiais dos pilares e vigas.

Fonte: NBR 8800

6.12.3. Definição.

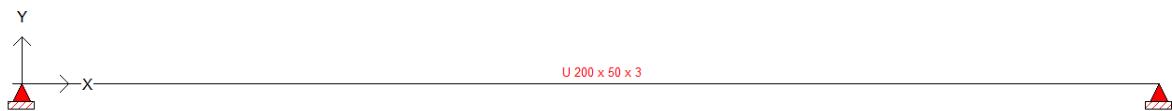
Verificado os deslocamentos dentro dos parâmetros estabelecidos pela NBR 8800, a estrutura pode ser definida. O software TRAME 4.2.1 realiza os cálculos com todas as combinações e fornece os deslocamentos da estrutura.

Figura 27: Esquema estático do pórtico definido com a Seção das barras.



Fonte: Autoria própria.

Figura 28: Figura: Esquema estático da terça com dimensão da seção.



Fonte: Elaborado pelo autor

7. CONCLUSÃO

Durante o desenvolvimento do trabalho muitas informações de mais variados tipos foram buscadas, desde questões logísticas que envolvem a localização do empreendimento que se dá próximos a grandes corredores de transporte de cargas, até a situação hidrológica que que é a região se e encontra, onde é mencionado no estudo de reaproveitamento de águas de chuva.

Este projeto exigiu todo o conhecimento que é fornecido no decorrer do curso, cada tema abordado é fundamentado em autores conhecidos e normas técnicas pertinentes ao específico assunto. Durante a produção da monografia foram observadas várias opiniões presentes em livros, e seguida a que mais se adequava para o tal sempre dentro das normas pertinentes.

Acreditou-se que importante seria tratar de assuntos práticos na construção de um galpão metálico, primeiramente como já foi falada a localização visto que seria para fins de locação, existe uma alta procura para este tipo de serviço na região. Na construção em estrutura metálica existem inúmeras vantagens e desvantagens que foram mencionadas no trabalho, a vantagem principal seria a rapidez para execução e a desvantagem primordial é a vulnerabilidade do aço frente ao fogo. Devido a essa desvantagem viu-se a necessidade de um estudo sobre o projeto de bombeiro.

Foi passado então para a parte estrutural do galpão, que consistiu no dimensionamento de um pórtico do mesmo o cálculo da fundação e do piso, que são coisas macros existentes na obra. Como previsto na introdução o projeto também contempla um estudo do reaproveitamento de águas de chuva. E finalizando o projeto um apanhado sobre o planejamento na construção civil, onde foi feita uma análise com relação ao tempo de execução e a utilização dos recursos.

Visto que o a ideia do projeto era demonstrar de forma geral e prática os conhecimentos obtidos no curso, podemos concluir que o objetivo foi alcançado pois o desenvolvimento do trabalho proporcionou um melhor entendimento dos assuntos relacionados a construção de um galpão em estrutura metálica.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÇO BRASIL INSTITUTO, PRAVIA Zacarias M. Chambelain, DREHMER Gilnei Artur, MESACASA Enio Junior, Galpões para uso gerais, 4ª Edição revisada e atualizada.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120** Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, Novembro 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:1988** Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, Errata Maio de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800** Projeto de estruturas de aço e de estruturas mista de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, Segunda edição 20 de agosto de 2008.

BELLEI Ildony H. Edifícios Industriais em Aço, Projeto e Calculo. Editora PINI 2º Edição Revisada.

BITTENCOURT, Douglas M A, Fundações, Armação de Tubulões e Estacas. PUC Goiás

BOMBEIROS. Disponível em < <http://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/> > Acesso em: Novembro de 2016.

CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço. Disponível em < <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/construcao-em-aco-acos-estrutur.php> > Acesso em: agosto de 2017.

Cobrapi – Companhia Brasileira de Projetos Industriais, Galpões para uso gerais Vol1. CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço

ESTADO DE SÃO PAULO, Decreto N°56.819, de março de 2011, Istitui o Regulamento de Segurança contra incêndio das edificações e áreas no Estado de São Paulo e estabelece outras providências.

Fundações – Helice Contínua, Disponível em : <<http://www.sitengenharia.com.br/fundacaohelicecontinua.htm>. Acesso em: 09 de setembro de 2017.

Galpão de estrutura metálica: Dicas para uma boa construção. Disponível em: < <http://engenhariaconcreta.com/galpao-de-estrutura-metalica-dicas-para-uma-bo-construcao/> > Acesso em 09 de julho de 2017

LOSBERGER. Disponível em < www.losberger.co.uk/ > Acesso em: Abril de 2016.
MARGARIDO, Aluizio Fontana, Pre dimensionamento de Estruturas.

MVD EVENTOS. Disponível em < www.mvdeventos.com.br/ > Acesso em: Abril de 2016.

NAUTIKA. Disponível em < www.nautika.com.br/ > Acesso em: Abril de 2016.

PCF - Soluções em engenharia. Disponível em < http://www.pcf.com.br/PCF_Solucoes/Intumescente_CCivil.html > Acesso em: Maio de 2017.

PORTAL METÁLICA. Disponível em < <http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/fuego/nbr-14323-ago2003-completa.pdf/> > Acesso em: Outubro de 2016.

QUEIROZ, Gilson, PIMENTA, Roberval Jose; MARTINS, Alexander Galvão; Estruturas mistas Vol 1 2ª Edição, Instituto Aço Brasil, Rio de Janeiro 2012.

SIENGE Soluções, Disponível em < <https://www.sienge.com.br/blog/planejamento-de-obra-passo-a-passo/> > Acesso em: Setembro de 2016.

T2 ESTRUTURAS. Disponível em < www.t2estruturas.com.br/ > Acesso em: Abril de 2016.

TENSOR. Disponível em < www.tensorestruturas.com.br/ > Acesso em: Abril de 2016.

VARELA, Marcio; BORJA Edilberto. Estruturas metálicas, Dimensionamento, Detalhamento e quantificação da tesoura metálica.

VERÍSSIMO, Gustavo de Souza; RIBEIRO, José Carlos Lopes; FAKURY Ricardo Hallal; PAES José Luiz Rangel; Projetos de abertura em almas de vigas de aço e mistas de aço e concreto. Instituto Aço Brasil, Rio de Janeiro 2012.

ANEXOS

Anexo A – Projeto arquitetônico

Anexo B – Projeto Bombeiro

Anexo C – Projeto Estrutural

Anexo D – Projeto Aguas Pluviais

Anexo E – Memorial Descritivo

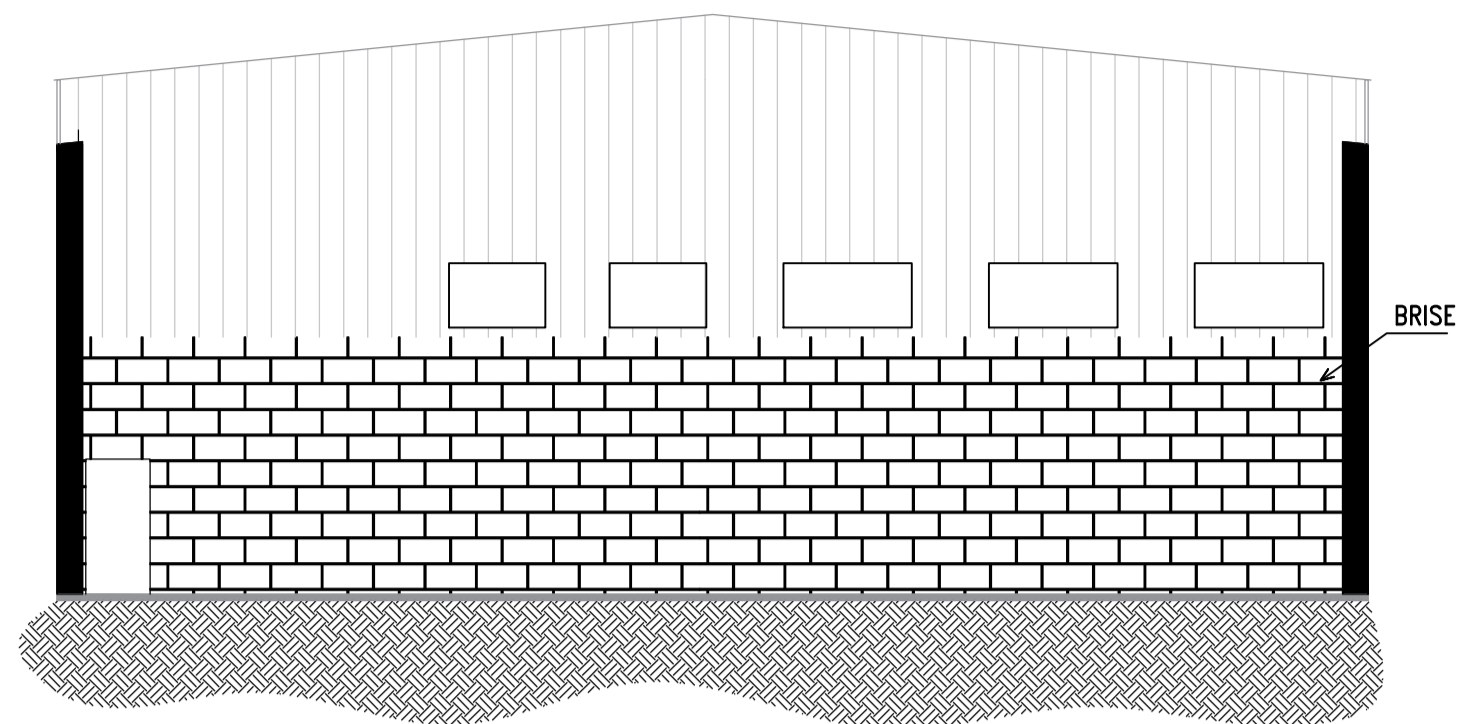
Anexo F – Relatório de cálculos software TRAME (terças)

Anexo G - Relatório de cálculos software TRAME (vigas e pilares)

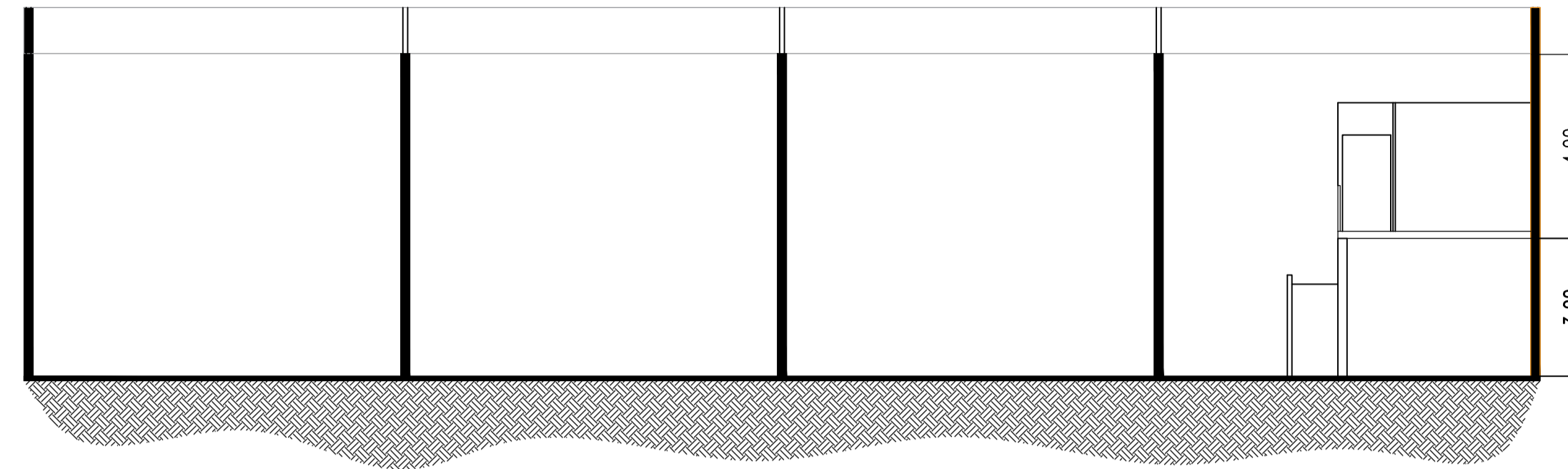
Anexo H – SPT

AMBIENTE	Área do piso	Iluminação Requerida	Ventilação Requerida	Iluminação Projetada	Ventilação Projetada
SALA DE REUNIÃO	20,75	2,59	1,30	3,00	1,50
GERÊNCIA	11,80	1,47	0,74	1,50	0,75
ADMINISTRAÇÃO	16,70	2,34	1,17	3,00	1,50
BANHEITO E VESTIÁRIO	12,00	1,50	0,75	2,00	1,00
REFEITÓRIO	12,00	1,50	0,75	2,00	1,00
OFICINA	9,20	1,15	0,58	1,50	0,75
RECEPÇÃO	10,00	1,25	1,25	1,00	0,75
ÁREA DE SERVIÇO	589,84	73,73	64,00	*	0,75

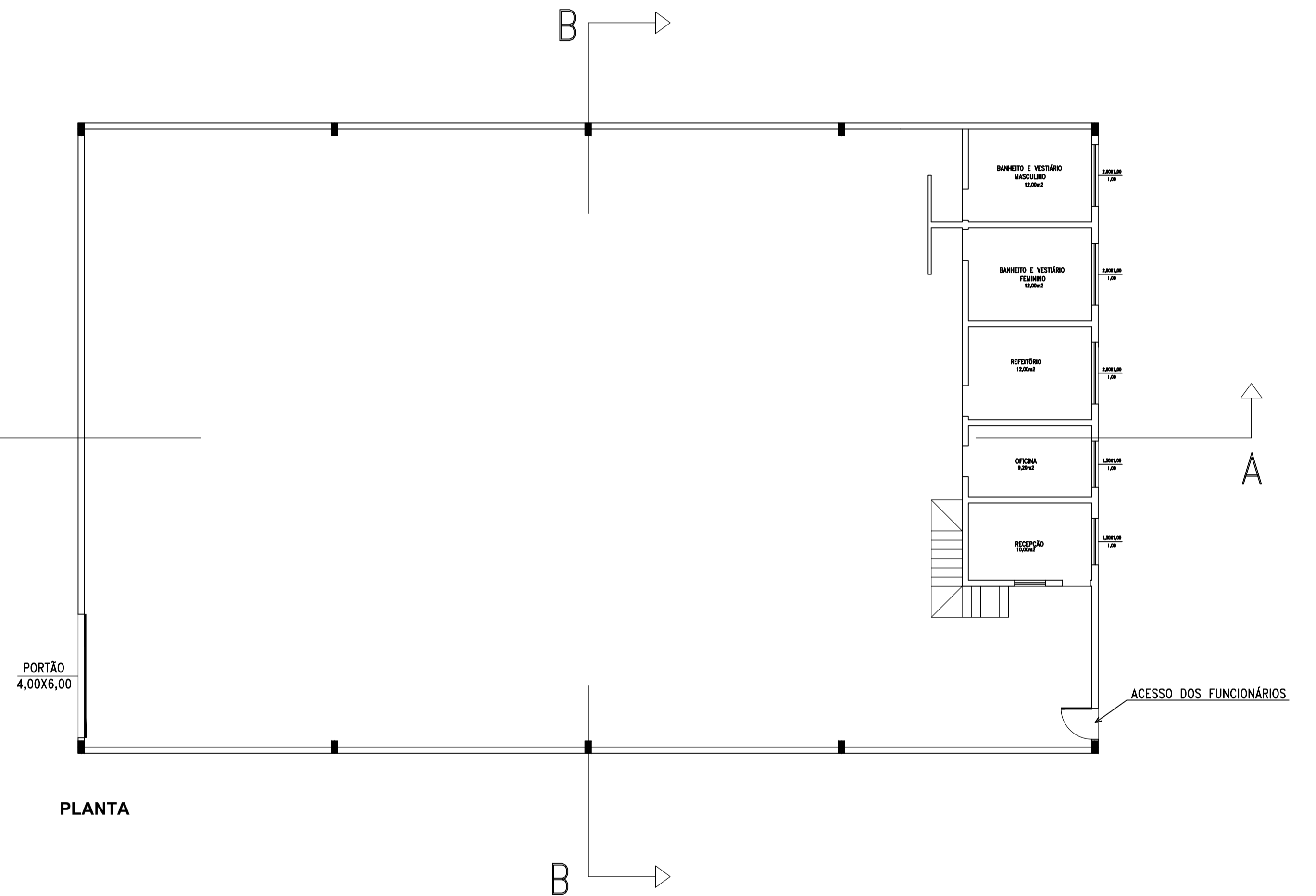
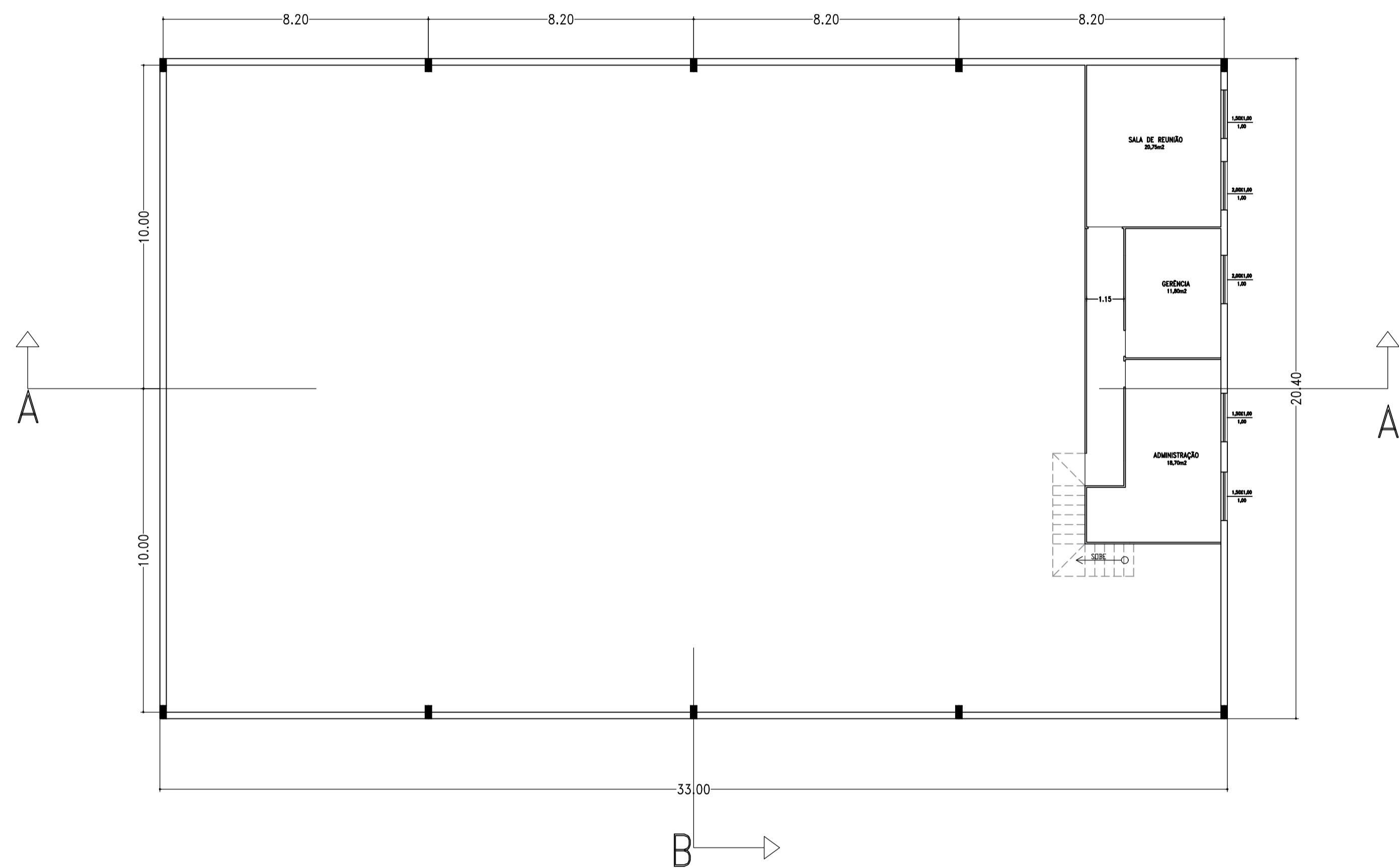
Obs: Áreas em metros quadrados.
* será suprido a iluminação com luz artificial



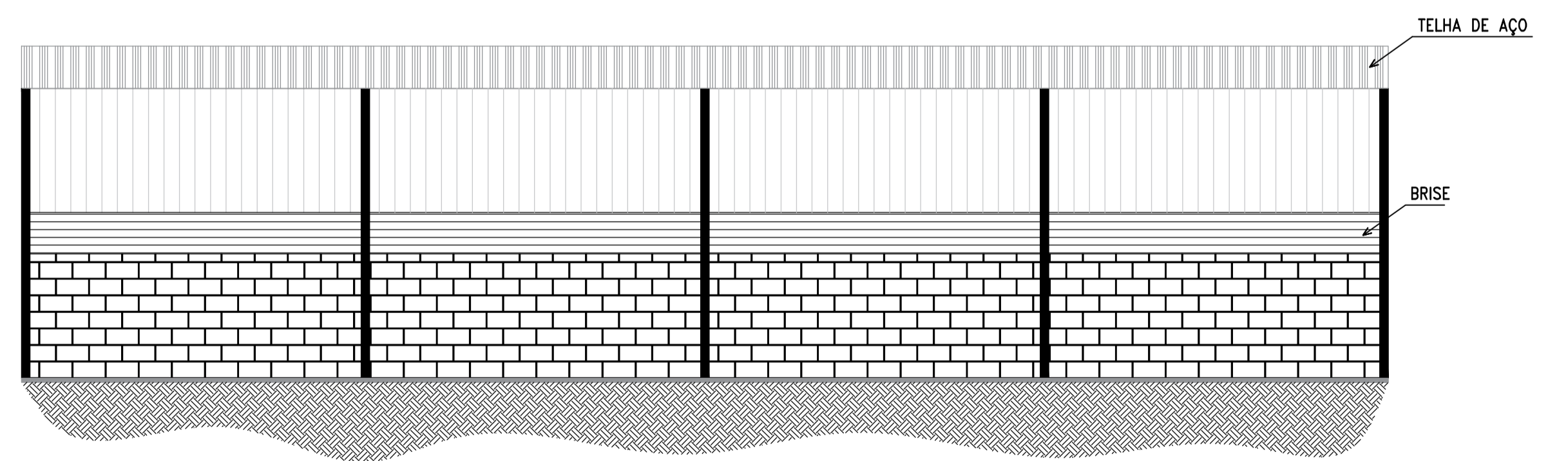
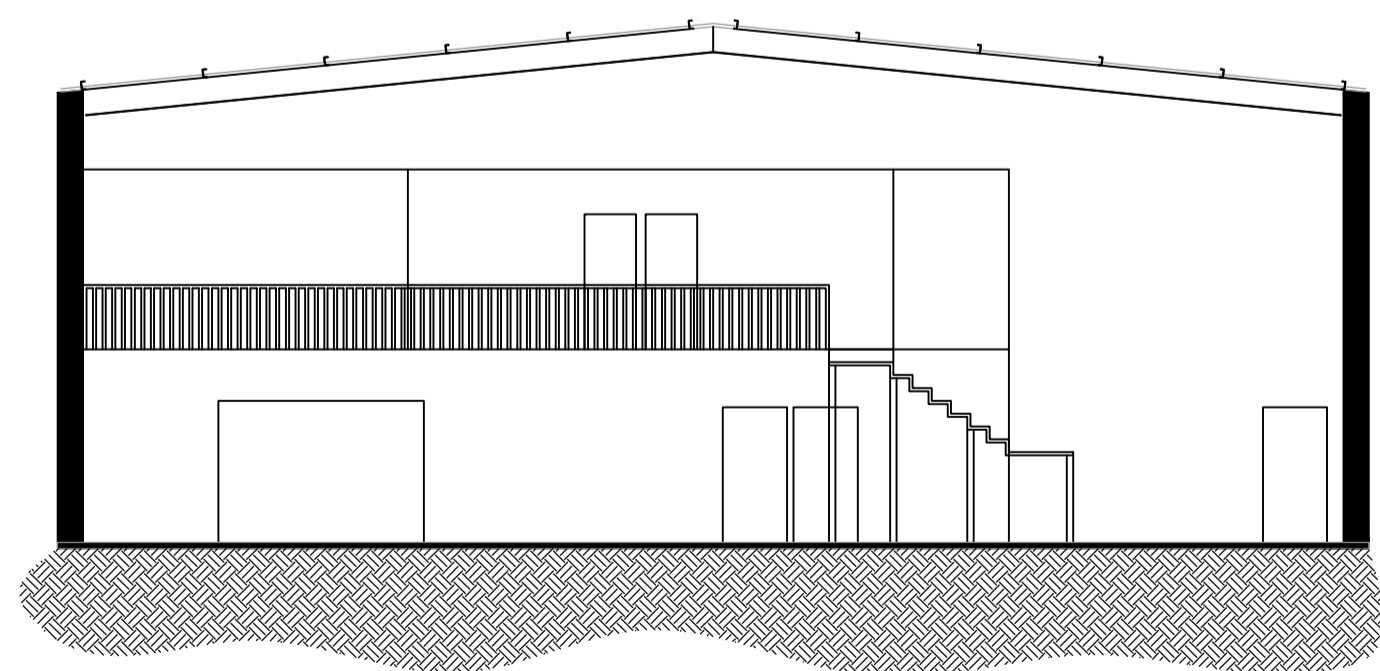
VISTA FRONTAL

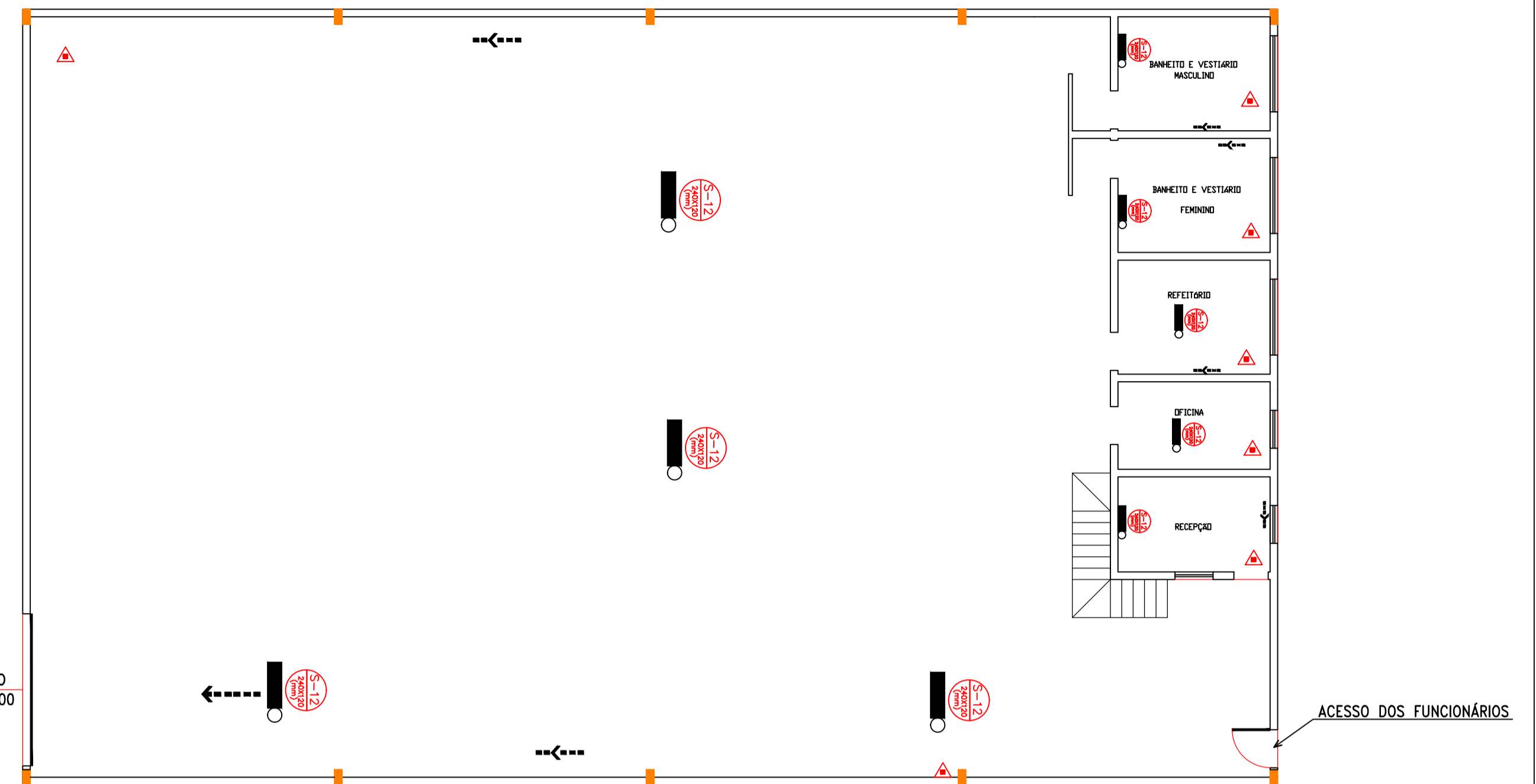
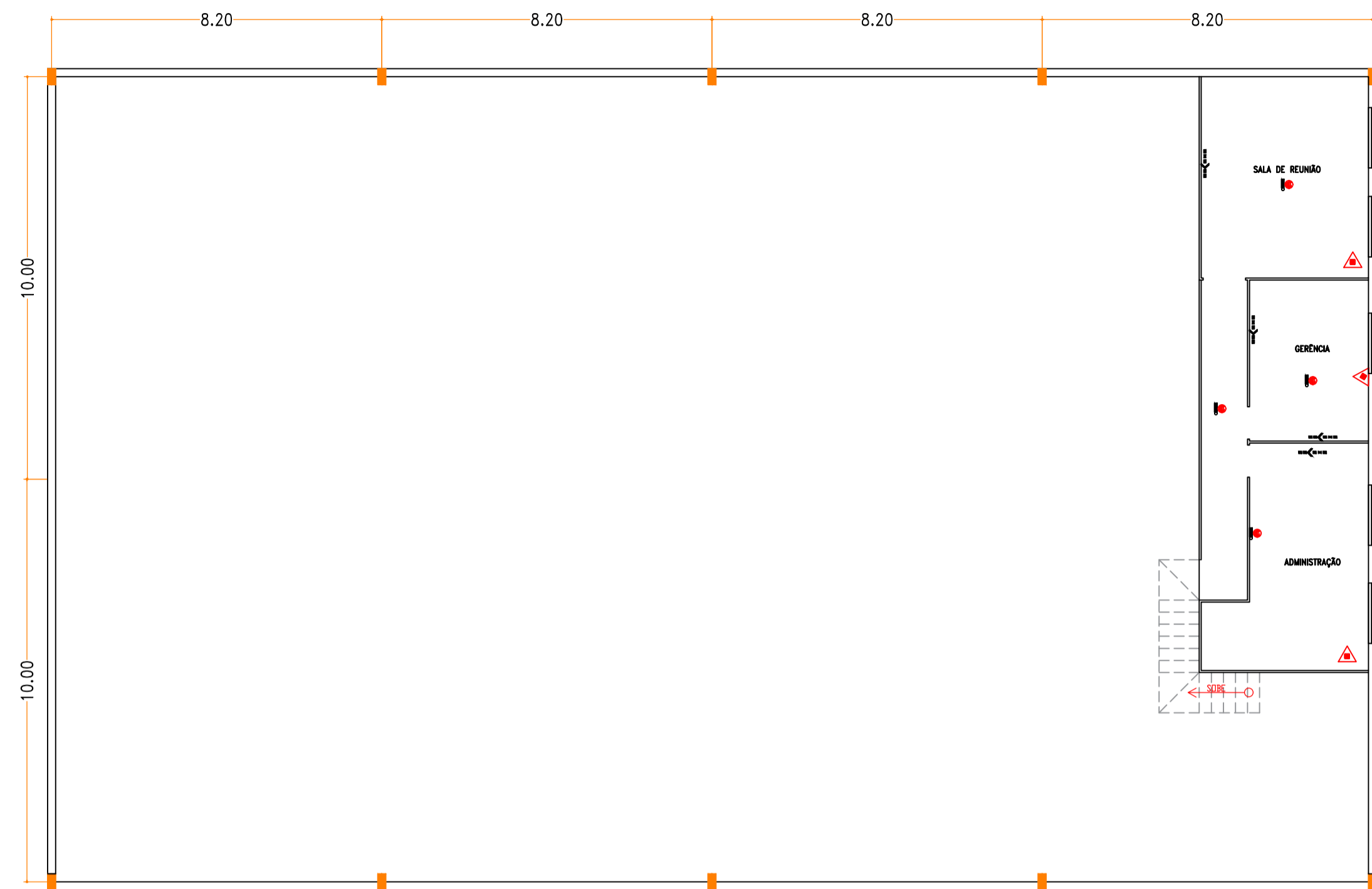


CORTE AA



PLANTA





NOTA:

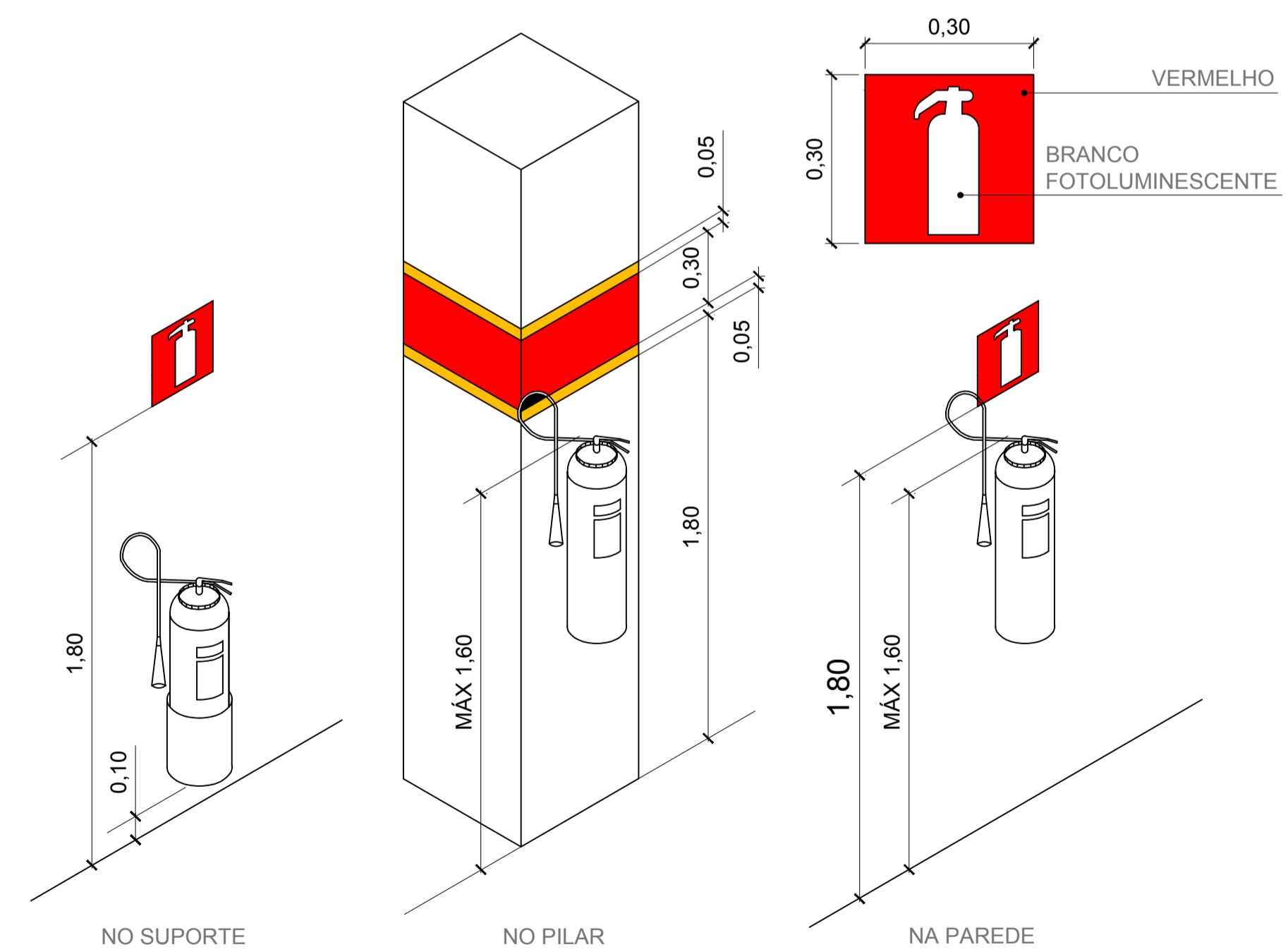
- 1- TODOS OS EXTINTORES DEVERÃO FICAR DESOBSTRUÍDOS APOS A INSTALAÇÃO
- 2- O SISTEMA DE SINALIZAÇÃO ATENDERÁ AO DISPOSTO NA IT 15
- 3- OS DUTOS DA REDE DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA DEVERAM ESTAR PROTEGIDOS EM ÁREAS DE RISCO

SÍMBOLOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE PLACAS EM PLANTA BAIXA E PROJETO EXECUTIVO				
IDENTIFICAÇÃO DE PLACAS	SINALIZAÇÃO DE PLACAS	SINALIZAÇÃO DE PLACAS	SINALIZAÇÃO DE PLACAS	SINALIZAÇÃO DE PLACAS
EXTINTORES	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA
EXTINTOR	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA
EXTINTOR	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA	SAÍDA DE EMERGÊNCIA

ANEXO K - INFORMATIVO - MEDIDAS DE SEGURANÇA	
SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	CONFORME IT 08
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	CONFORME IT 13, NBR 10898
SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA	CONFORME IT 15
EXTINTORES	CONFORME IT 16 EXTINTOR PÓ ABC 2A 20 B:C
CONTROLE DE MATERIAL ACABAMENTO E REVESTIMENTO	CONFORME IT 38

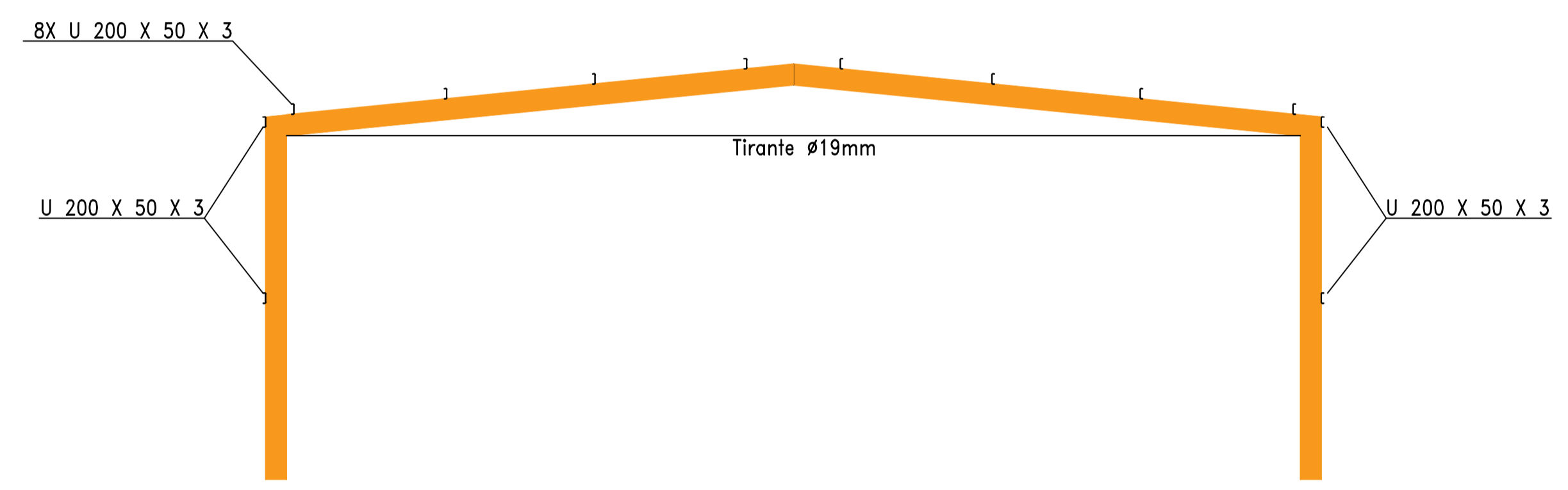
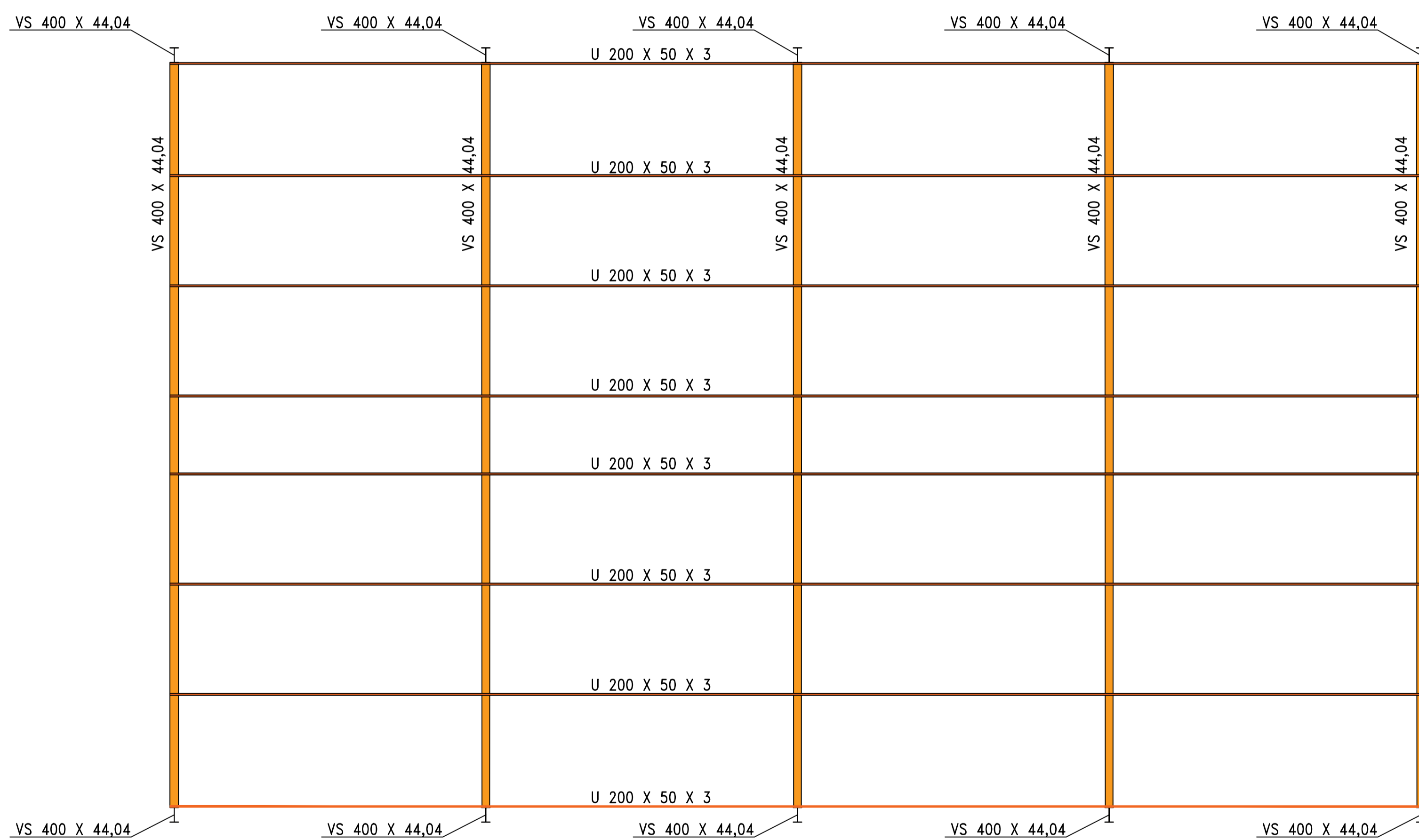
NOTAS


- O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA ESTÁ DE ACORDO COM A IT 13
- O SISTEMA DE SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA ESTÁ DE ACORDO COM A IT 15
- NÃO EXISTE A UM RAIO DE 80 M LOCAIS QUE ARMAZENAM, MANIPULAM OU COMERCIALIZAM LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS/COMBUSTÍVEIS E GÁSES INFLAMÁVEIS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO.



SINALIZAÇÃO EXTINTOR
DETALHES
ESCALA: S/ESC

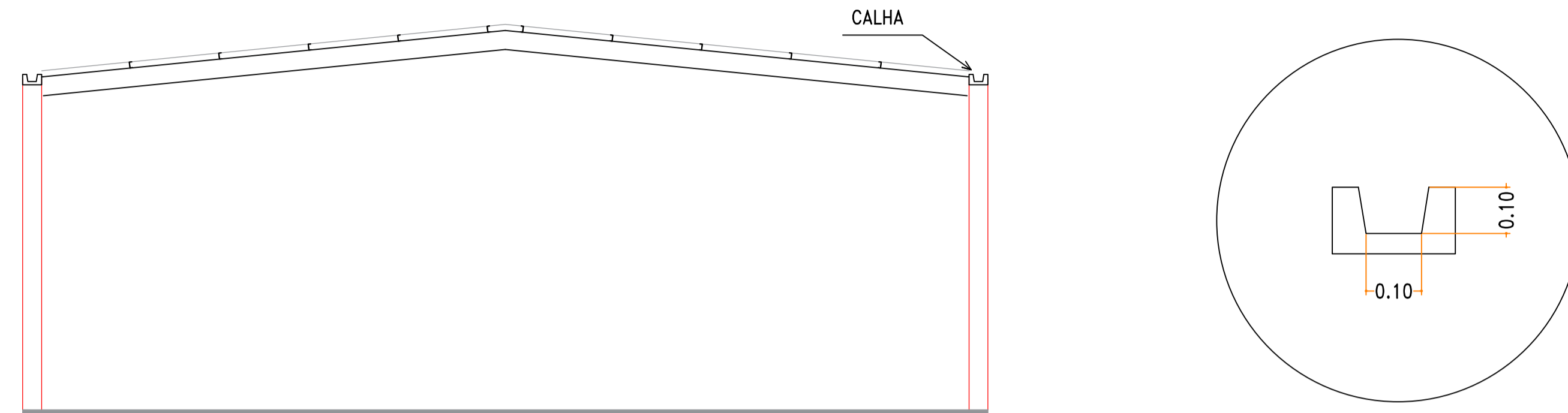
OBRA: GALPÃO INDUSTRIAL
 CLIENTE: _____
 LOCAL: _____
 DESCRIÇÃO DA FOLHA: PROJETO DE INCENDIO
 PROJETISTA (S): _____ DATA: _____ ESCALA: 1:100 FOLHA: UNICA
 - FACULDADES -





OBRA: GALPÃO INDUSTRIAL
CLIENTE: _____
LOCAL: _____
DESCRIÇÃO DA FOLHA: PROJETO ESTRUTURAL
PROJETISTA(S): _____ DATA: _____ ESCALA: 1:100 FOLHA: ÚNICA

FACULDADES



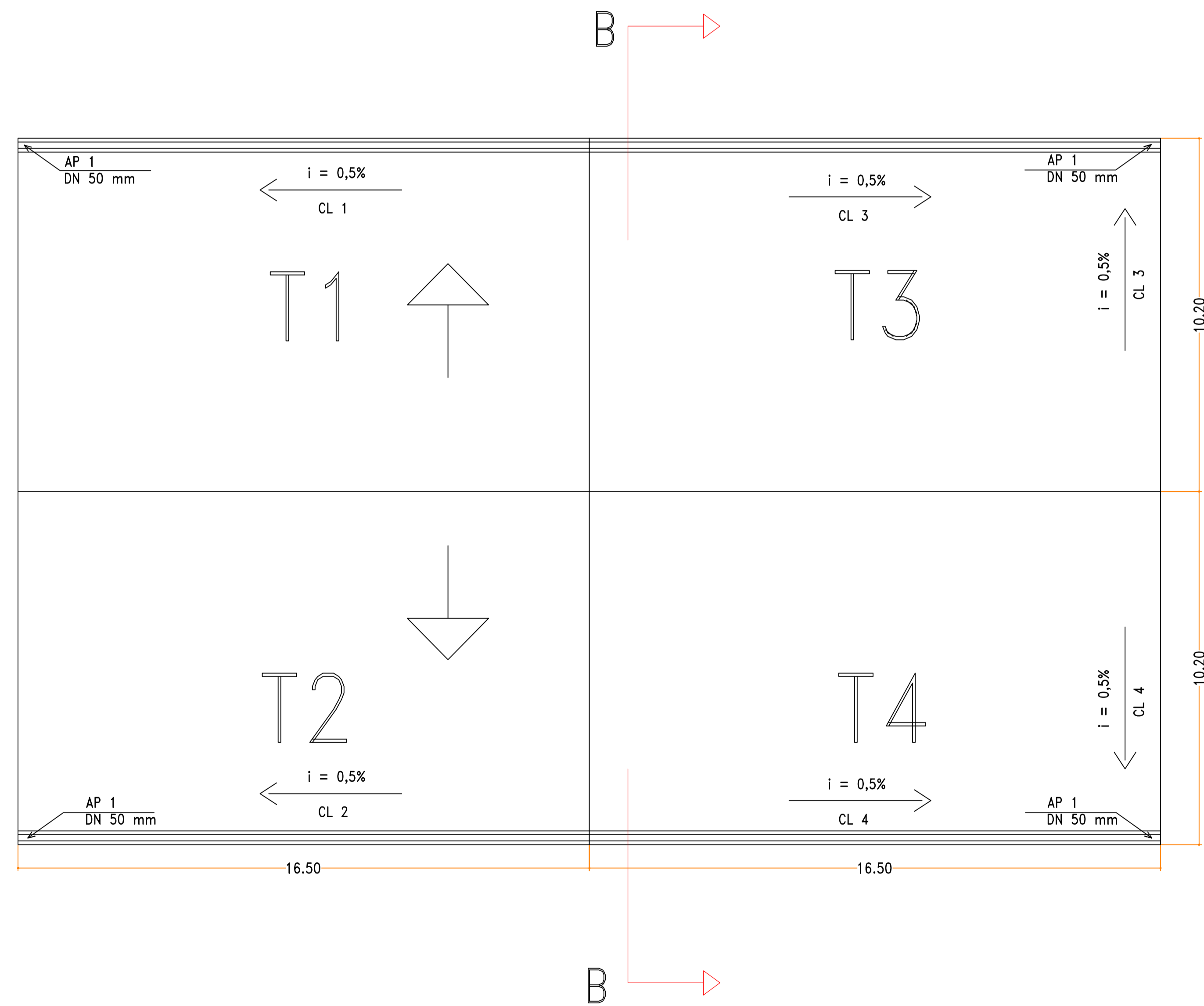
LEGENDA

AP = ÁGUAS PLUVIAIS

CL = CALHAS

i = INCLINAÇÃO

T = TELHADO



OBRA: GALPÃO INDUSTRIAL

CLIENTE: _____

LOCAL: _____

DESCRIÇÃO DA FOLHA: PROJETO DE ÁGUAS PLUVIAIS

PROJETISTA(S): _____ DATA: _____ ESCALA: 1:100 FOLHA ÚNICA

ENGENHARIA CIVIL

PROJETO DE UM GALPÃO INDUSTRIAL EM ESTRUTURA METÁLICA

1. Memorial Descritivo

O presente projeto refere-se a um galpão metálico para fins de locação, feito de forma genérica, medindo 20 x 33 m totalizando 660 m² localizado no município de Bom Jesus dos Perdões - SP; onde a topografia do local apresenta cota média dos obstáculos 5 metros, várzea de um córrego, sem riscos de inunicações. Portão de entrada 2,2 x 3,2 m e porta dos fundos 1x2,10m

1.1. Fundações

De acordo com previas análises de solo no terreno, as fundações são do tipo estacas escavadas com trado mecânico conforme citado no projeto.

1.2. Paredes

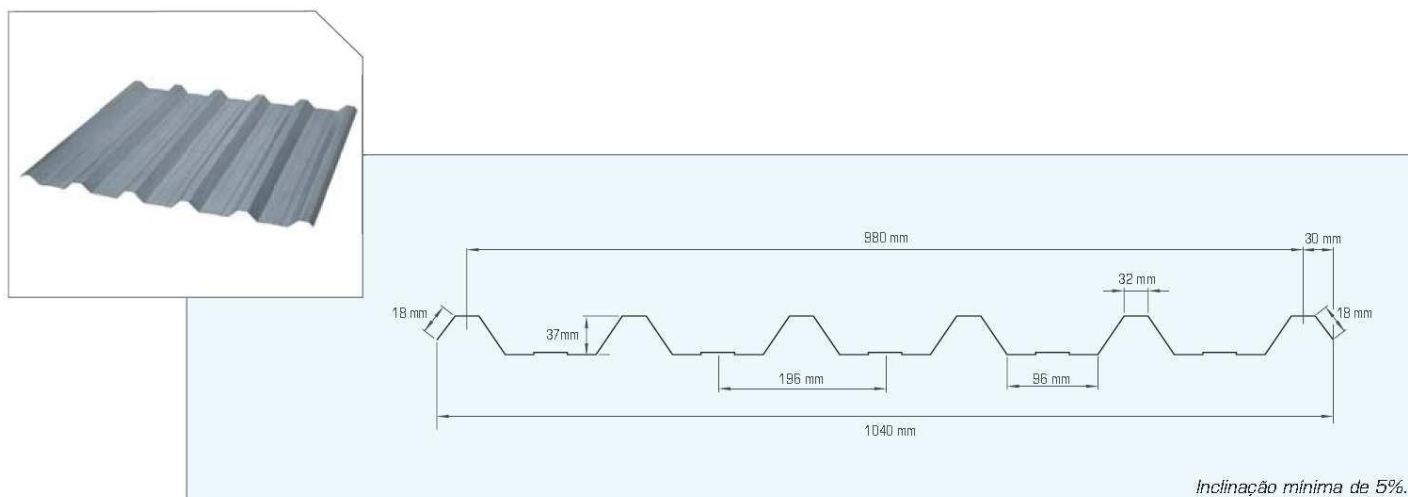
As paredes serão executadas com blocos de alvenaria de 20 cm de espessura com argamassa de cimento e areia até a altura de 3,00 m, após esta cota, será instalada uma entrada de ar em toda a volta do galpão com 1 m de altura e acima o fechamento com telhas trapezoidais com espessura de 0,30mm.

1.3. Estrutura

A estrutura será metálica com perfis tipo viga I soldados e laminados, em conformidade com as normas brasileiras.

1.4. Cobertura

Para a cobertura duas águas será usada vigas I metálicas com perfis metálicos devidamente espaçados e telhas em aço da marca ETERNIT, telhas tipo trapezoidal 40 com espessura de 0,43mm.



1.5. Revestimentos

As paredes serão revestidas externamente com argamassa de cimento, cal e areia em três serviços, ou seja, salpique, reboco grosso e massa fina.

1.6. Pisos

Será executado um contrapiso de concreto com tratamento superficial.

1.7. Esquadrias e ferragens

As esquadrias serão de metálicas. Porta frontal (3,2m x 2,2m), porta fundos e nas salas internas (1,0m x 2,0m);

1.8. Instalações elétricas e hidrossanitárias

Será executadas de acordo normas da ABNT.

1.9. Pintura

PVA nas paredes externas e internas, e, esmalte sintético na esquadria de ferro. E tinta intumescente nos perfis, visando precauções contra incêndio.

1.10. Vidros

Lisos na espessura de 3mm nas janelas.

2.0. Dados preliminares

- Declividade da cobertura 10%;
- Os perfis serão laminados: A36;
- Será utilizado para solda: eletrodo E70XX AWS;
- Pé direito: 7,0m;
- Largura da construção: 20,0m;
- Comprimento: 33,0m;

Espaçamento entre terças = 2m (vão entre terças);

Figura – Planta do galpão.

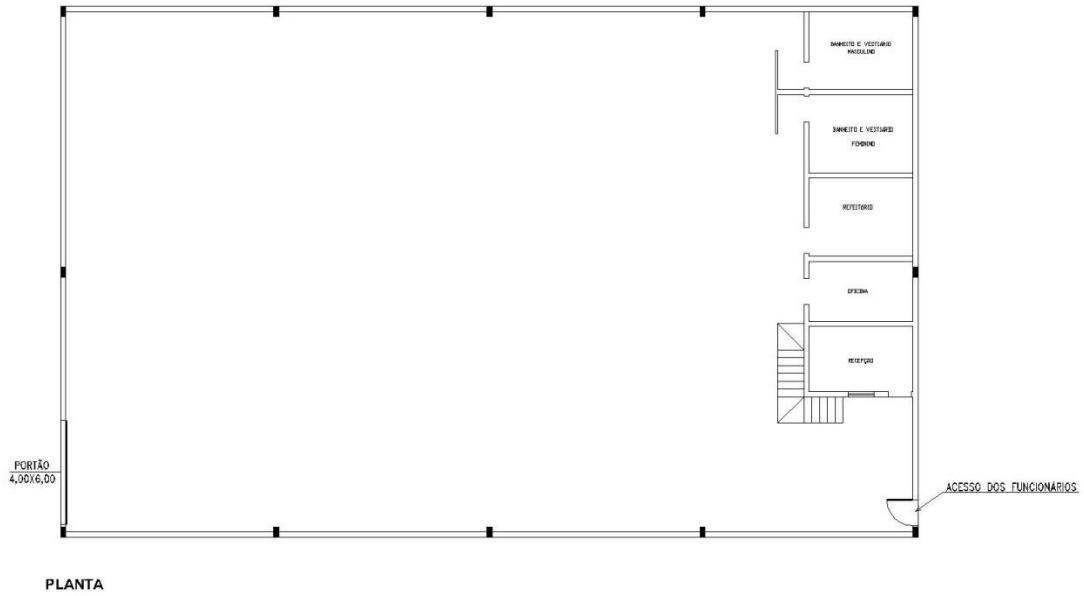
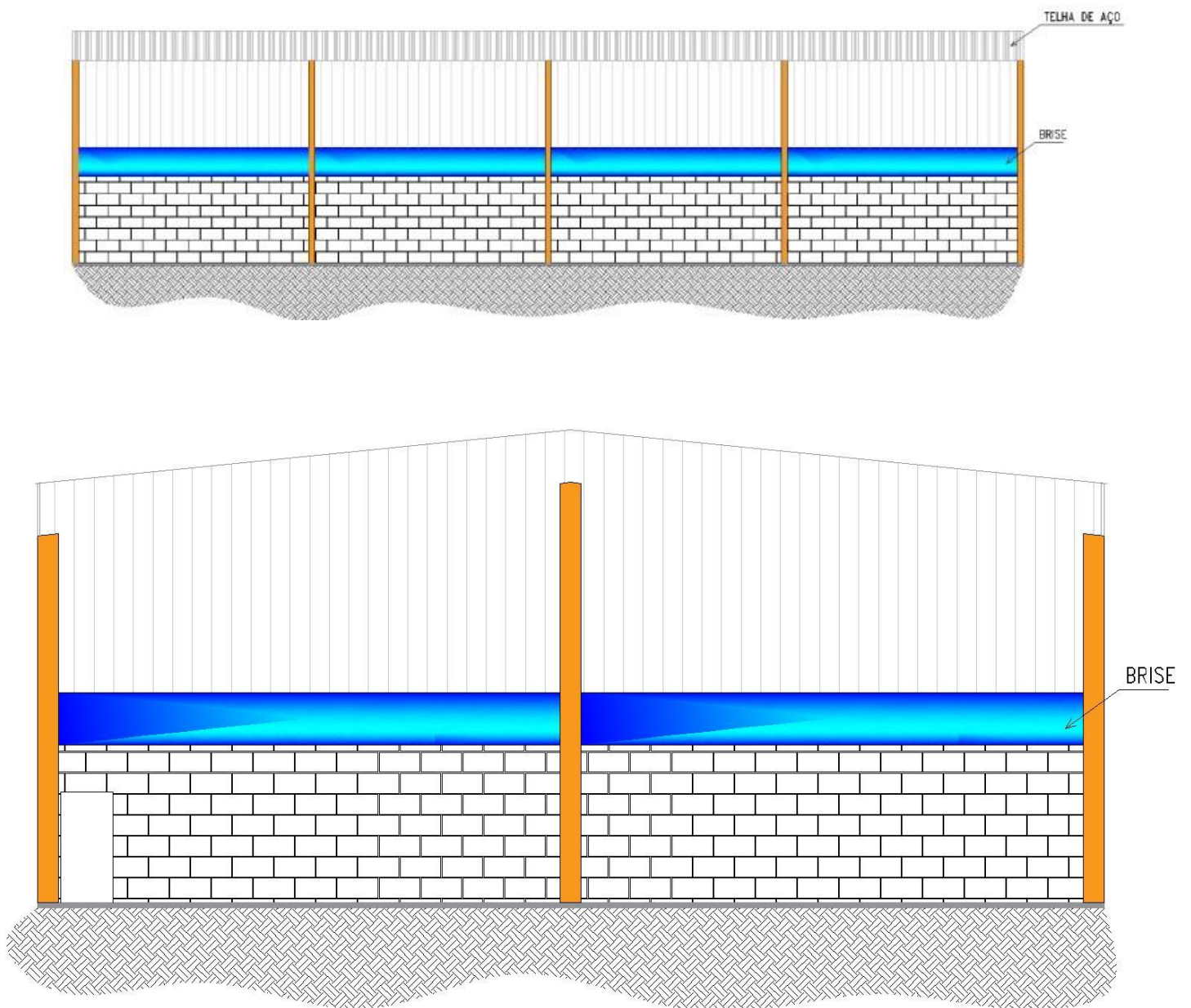


Figura – Elevações do Galpão



3.0. Normas de referência

NBR 8800/2008 - Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios;

NBR 6120/1980 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;

NBR 6123/1988 - Forças devidas ao vento em edificações;

TRAME 4.2**Relatório de Análise Estrutural**

Descrição da Estrutura:

Estrutura

Autor:

Trame 4.2

Data:

08/09/2017

Coordenadas e Restrições dos Nós

N° Total de Nós: 2

Nó	X (cm)	Y (cm)	Rest. X	Rest. Y	Rest. Z
1	0.00	0.00	1	1	0
2	800.00	0.00	1	1	0

Dados de Análise das Barras

N° Total de Barras: 1

Barra	Nó inicial	Nó final	Vínculo Inicial	Vínculo Final	E (kN/cm ²)	Ag (cm ²)	Iz (cm ⁴)
1	1	2	Engaste	Engaste	20000.00	8.70	463.39

Dados de Dimensionamento das Barras

N° Total de Barras: 1

Barra	Seção	Material	Descrição	Peso Específico (kN/m ³)	Peso Unitário (kg/m)	Comprimento (m)	Peso Total (kg)
1	U 200 x 50 x 3	Aço	ASTM A36	78.50	6.83	8.00	54.66

Peso total da estrutura: 54.66 kg

Resultados dos Casos de Carregamentos**Caso N°: 1 - Peso Próprio****Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	0.00	0.27	0.00	2	0.00	0.27	0.00

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
1	0.0000	0.2733	0.0000
2	0.0000	0.2733	0.0000

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	0.0000	-0.0016
2	0.0000	0.0000	0.0016

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.002

Caso N°: 2 - CP**Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	0.00	0.60	0.00	2	0.00	0.60	0.00

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
1	0.0000	0.6000	0.0000
2	0.0000	0.6000	0.0000

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	0.0000	-0.0035
2	0.0000	0.0000	0.0035

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.002

Caso N°: 3 - CA**Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
-------	------------	-------------	---------------	-----------------	----------	-------------	---------------	-----------------

1	1	0.00	1.50	0.00	2	0.00	1.50	0.00
---	---	------	------	------	---	------	------	------

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
1	0.0000	1.5000	0.0000
2	0.0000	1.5000	0.0000

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	0.0000	-0.0086
2	0.0000	0.0000	0.0086

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.002**Caso N°: 4 - CV****Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	0.00	3.92	0.00	2	0.00	3.92	0.00

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
1	0.0000	3.9200	0.0000
2	0.0000	3.9200	0.0000

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	0.0000	-0.0226
2	0.0000	0.0000	0.0226

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.002

Resultados das Combinações de Carregamentos

Combinação N°: 1 - 1,25CP+1,5CA

+ 1.00 Peso Próprio + 1.25 CP + 1.50 CA

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	0.00	3.27	0.00	2	0.00	3.27	0.00

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
1	0.0000	3.2733	0.0000
2	0.0000	3.2733	0.0000

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	0.0000	-0.0188
2	0.0000	0.0000	0.0188

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.002

Combinação N°: 2 - CP+CV

+ 1.00 Peso Próprio + 1.00 CP + 1.40 CV

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	0.00	6.36	0.00	2	0.00	6.36	0.00

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)

1	0.0000	6.3613	0.0000
2	0.0000	6.3613	0.0000

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	0.0000	-0.0366
2	0.0000	0.0000	0.0366

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.002

TRAME 4.2**Relatório de Análise Estrutural**

Descrição da Estrutura:

Estrutura

Autor:

Trame 4.2

Data:

08/09/2017

Coordenadas e Restrições dos Nós

Nº Total de Nós: 5

Nó	X (cm)	Y (cm)	Rest. X	Rest. Y	Rest. Z
1	980.00	898.00	0	0	0
2	1960.00	800.00	0	0	0
3	0.00	800.00	0	0	0
4	0.00	0.00	1	1	1
5	1960.00	0.00	1	1	1

Dados de Análise das Barras

Nº Total de Barras: 5

Barra	Nó inicial	Nó final	Vínculo Inicial	Vínculo Final	E (kN/cm ²)	Ag (cm ²)	Iz (cm ⁴)
1	1	2	Engaste	Engaste	20000.00	56.10	16678.64
2	3	4	Engaste	Engaste	20000.00	56.10	16678.64
3	2	5	Engaste	Engaste	20000.00	56.10	16678.64
4	3	2	Rótula	Rótula	20000.00	2.84	0.64
5	1	3	Engaste	Engaste	20000.00	56.10	16678.64

Dados de Dimensionamento das Barras

Nº Total de Barras: 5

Barra	Seção	Material	Descrição	Peso Específico (kN/m ³)	Peso Unitário (kg/m)	Comprimento (m)	Peso Total (kg)
1	VS 400 x 44.04	Aço	ASTM A36	78.50	44.04	9.85	433.71
2	VS 400 x 44.04	Aço	ASTM A36	78.50	44.04	8.00	352.29
3	VS 400 x 44.04	Aço	ASTM A36	78.50	44.04	8.00	352.29
4	ø 19	Aço	ASTM A36	78.50	2.23	19.60	43.62
5	VS 400 x 44.04	Aço	ASTM A36	78.50	44.04	9.85	433.71

Peso total da estrutura: 1615.63 kg**Resultados dos Casos de Carregamentos****Caso Nº: 1 - Peso Próprio****Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	5.29	0.53	-612.84	2	-5.72	3.79	-991.75
2	3	4.56	-1.97	-991.75	4	-8.08	1.97	-586.13
3	2	4.56	1.97	991.75	5	-8.08	-1.97	586.13

4	3	-3.34	0.22	0.00	2	3.34	0.22	0.00
5	1	5.29	-0.53	612.84	3	-5.72	-3.79	991.75

Reações de Apoio

Nó	F _x (kN)	F _y (kN)	M _z (kN.cm)
4	1.9723	8.0781	-586.1269
5	-1.9724	8.0781	586.1270

Deslocamentos

Nó	D _x (cm)	D _y (cm)	R _z (rad)
1	0.0000	-0.6302	0.0000
2	0.0577	-0.0045	0.0005
3	-0.0577	-0.0045	-0.0005
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	D _x _{máximo} (cm)	D _x _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	0.0000	-0.0577	-4.25	0.00	0.000	---
1	800.0000	0.0577	0.0577	-5.42	0.00	0.000	---
0	0.0000	0.0000	0.0000	-5.42	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.004

Caso N°: 2 - CP**Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	24.61	2.46	-2852.90	2	-26.62	17.63	-4616.83
2	3	22.65	-9.18	-4616.83	4	-22.65	9.18	-2728.55
3	2	22.65	9.18	4616.83	5	-22.65	-9.18	2728.55
4	3	-15.55	0.00	0.00	2	15.55	0.00	0.00
5	1	24.61	-2.46	2852.90	3	-26.62	-17.63	4616.83

Reações de Apoio

Nó	F _x (kN)	F _y (kN)	M _z (kN.cm)
4	9.1817	22.6502	-2728.5529
5	-9.1817	22.6502	2728.5530

Deslocamentos

Nó	D _x (cm)	D _y (cm)	R _z (rad)
1	0.0000	-2.9290	0.0000
2	0.2687	-0.0162	0.0023
3	-0.2687	-0.0162	-0.0023
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	0.0000	-0.2687	-19.79	0.00	0.000	---
1	800.0000	0.2687	0.2687	-44.50	0.00	0.000	---
0	0.0000	0.0000	0.0000	-44.50	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.004

Caso N°: 3 - CA

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	24.61	2.46	-2852.90	2	-26.62	17.63	-4616.83
2	3	20.19	-9.18	-4616.83	4	-20.19	9.18	-2728.55
3	2	20.19	9.18	4616.83	5	-20.19	-9.18	2728.55
4	3	-15.55	0.00	0.00	2	15.55	0.00	0.00
5	1	24.61	-2.46	2852.90	3	-26.62	-17.63	4616.83

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
4	9.1817	20.1902	-2728.5529
5	-9.1817	20.1902	2728.5530

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	-2.9273	0.0000
2	0.2687	-0.0144	0.0023
3	-0.2687	-0.0144	-0.0023
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	0.0000	-0.2687	-19.79	0.00	0.000	---
1	800.0000	0.2687	0.2687	-39.58	0.00	0.000	---
0	0.0000	0.0000	0.0000	-39.58	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.004

Caso N°: 4 - CV0

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	-85.73	-8.57	7483.21	2	91.81	-52.19	13993.80

2	3	-61.06	46.19	13993.80	4	61.06	3.41	3117.10
3	2	-61.06	-46.19	-13993.80	5	61.06	-3.41	-3117.10
4	3	39.97	0.00	0.00	2	-39.97	0.00	0.00
5	1	-85.73	8.57	-7483.21	3	91.81	52.19	-13993.80

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
4	3.4114	-61.0630	3117.0972
5	-3.4114	-61.0630	-3117.0973

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	7.7350	0.0000
2	-0.6908	0.0435	-0.0051
3	0.6908	0.0435	0.0051
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	0.0000	0.6908	59.85	0.00	0.000	---
1	800.0000	-0.6908	-0.6908	119.71	0.00	0.000	---
0	0.0000	0.0000	0.0000	119.71	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.004

Caso N°: 5 - CV90I**Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	-68.94	0.52	6715.51	2	72.48	-35.90	11217.09
2	3	-59.99	32.34	12347.30	4	59.99	-8.26	3896.36
3	2	-42.93	-32.34	-11217.09	5	42.93	8.26	-5026.57
4	3	36.21	0.00	0.00	2	-36.21	0.00	0.00
5	1	-67.48	14.16	-6715.51	3	74.18	52.87	-12347.30

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
4	-8.2646	-59.9900	3896.3640
5	8.2646	-42.9308	-5026.5733

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	-0.5415	6.9181	-0.0016
2	-1.1678	0.0306	-0.0036
3	0.0836	0.0428	0.0063
4	0.0000	0.0000	0.0000

5	0.0000	0.0000	0.0000
---	--------	--------	--------

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	-0.5415	0.6264	50.44	3.15	1.114	Média
1	800.0000	-1.1678	-1.1678	100.88	6.30	1.024	Pequena
0	0.0000	0.0000	0.0000	100.88	6.30	0.000	---

Gama Z: 1.019

Caso N°: 6 - CV90II**Esforços nas Barras**

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	-22.52	2.42	3540.56	2	23.11	-8.30	1734.33
2	3	-33.08	2.55	8217.98	4	33.08	-50.71	13088.39
3	2	-10.55	-2.55	-1734.33	5	10.55	-5.93	3083.97
4	3	19.62	0.00	0.00	2	-19.62	0.00	0.00
5	1	-21.60	6.83	-3540.56	3	25.35	30.71	-8217.98

Reações de Apoio

Nó	F _x (kN)	F _y (kN)	M _z (kN.cm)
4	-50.7130	-33.0762	13088.3911
5	-5.9270	-10.5543	3083.9653

Deslocamentos

Nó	D _x (cm)	D _y (cm)	R _z (rad)
1	2.3247	3.6102	-0.0003
2	1.9846	0.0075	-0.0044
3	2.6627	0.0236	0.0019
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	2.3247	-0.3380	21.38	3.15	1.024	Pequena
1	800.0000	2.6627	2.6627	42.77	-22.02	1.007	Pequena
0	0.0000	0.0000	0.0000	42.77	-22.02	0.000	---

Gama Z: 1.008

Resultados das Combinações de Carregamentos**Combinação N°: 1 - CP+CA**

+ 1.25 Peso Próprio + 1.25 CP + 1.50 CA

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	74.27	7.43	-8611.54	2	-80.34	53.21	-13935.98
2	3	64.29	-27.72	-13935.98	4	-68.70	27.72	-8236.18
3	2	64.29	27.72	13935.98	5	-68.70	-27.72	8236.18
4	3	-46.93	0.27	0.00	2	46.93	0.27	0.00
5	1	74.27	-7.43	8611.54	3	-80.34	-53.21	13935.98

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
4	27.7152	68.6957	-8236.1793
5	-27.7152	68.6957	8236.1794

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	-8.8400	0.0000
2	0.8111	-0.0474	0.0068
3	-0.8111	-0.0474	-0.0068
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	0.0000	-0.8111	-59.74	0.00	0.000	---
1	800.0000	0.8111	0.8111	-121.77	0.00	0.000	---
0	0.0000	0.0000	0.0000	-121.77	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.008**Combinação N°: 2 - CP+CV0**

+ 1.00 Peso Próprio + 1.00 CP + 1.40 CV0

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	-90.14	-9.01	7010.75	2	96.20	-51.64	13982.74
2	3	-58.28	53.51	13982.74	4	54.76	15.93	1049.26
3	2	-58.28	-53.51	-13982.74	5	54.76	-15.93	-1049.26
4	3	37.08	0.22	0.00	2	-37.08	0.22	0.00
5	1	-90.14	9.01	-7010.75	3	96.20	51.64	-13982.74

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
4	15.9300	-54.7599	1049.2562

5	-15.9300	-54.7599	-1049.2563
---	----------	----------	------------

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	0.0000	7.2697	0.0000
2	-0.6407	0.0403	-0.0044
3	0.6407	0.0403	0.0044
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	0.0000	0.6407	59.75	0.00	0.000	---
1	800.0000	-0.6407	-0.6407	117.67	0.00	0.000	---
0	0.0000	0.0000	0.0000	117.67	0.00	0.000	---

Gama Z: 1.008**Combinação N°: 3 - CP+CV90I**

+ 1.00 Peso Próprio + 1.00 CP + 1.40 CV90I

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	-66.63	3.72	5935.96	2	69.14	-28.84	10095.35
2	3	-56.78	34.13	11677.64	4	53.26	-0.42	2140.23
3	2	-32.90	-34.13	-10095.35	5	29.37	0.42	-3722.52
4	3	31.80	0.22	0.00	2	-31.80	0.22	0.00
5	1	-64.57	16.84	-5935.96	3	71.52	52.60	-11677.64

Reações de Apoio

Nó	Fx (kN)	Fy (kN)	Mz (kN.cm)
4	-0.4163	-53.2576	2140.2297
5	0.4163	-29.3747	-3722.5227

Deslocamentos

Nó	Dx (cm)	Dy (cm)	Rz (rad)
1	-0.7580	6.1261	-0.0023
2	-1.3085	0.0222	-0.0023
3	-0.2094	0.0392	0.0060
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	Dx _{máximo} (cm)	Dx _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	-0.7580	0.5505	46.58	4.41	1.063	Pequena

1	800.0000	-1.3085	-1.3085	91.32	8.82	1.017	Pequena
0	0.0000	0.0000	0.0000	91.32	8.82	0.000	---

Gama Z: 1.014

Combinação N°: 4 - CP+CV90II

+ 1.00 Peso Próprio + 1.00 CP + 1.40 CV90II

Esforços nas Barras

Barra	Nó inicial	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)	Nó final	Normal (kN)	Cortante (kN)	Momento (kN.cm)
1	1	-1.64	6.37	1491.05	2	0.02	9.80	-3180.52
2	3	-19.10	-7.58	5896.58	4	15.58	-59.84	15009.07
3	2	12.43	7.58	3180.52	5	-15.95	-19.45	7632.23
4	3	8.58	0.22	0.00	2	-8.58	0.22	0.00
5	1	-0.35	6.57	-1491.05	3	3.16	21.57	-5896.58

Reações de Apoio

Nó	F _x (kN)	F _y (kN)	M _z (kN.cm)
4	-59.8441	-15.5784	15009.0676
5	-19.4519	15.9523	7632.2313

Deslocamentos

Nó	D _x (cm)	D _y (cm)	R _z (rad)
1	3.2546	1.4950	-0.0005
2	3.1048	-0.0101	-0.0034
3	3.4013	0.0124	-0.0001
4	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000

Classificação da Estrutura

Pavimento	Altura (cm)	D _x _{máximo} (cm)	D _x _{relativo} (cm)	N _{Sd} (kN)	F _{Sd} (kN)	B2	Deslocabilidade
2	98.0000	3.2546	-0.1467	5.89	4.41	1.002	Pequena
1	800.0000	3.4013	3.4013	9.96	-30.83	1.001	Pequena
0	0.0000	0.0000	0.0000	9.96	-30.83	0.000	---

Gama Z: 1.002

SP-3

RELATÓRIO N.1004/14 – 16/04/14 | INÍCIO: 15/04/14 | FINAL: 15/04/14

PROF. (m) COTA: 99,86 0 (m)	NÚMERO DE GOLPES PARA CADA 15 cm			SPT	VISUALIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO SPT COM A PROFUNDIDADE	DESCRIÇÃO DO TIPO DE SOLO
					0 10 20 30 40 50	
0-1						<p>SILTE ARGILOSO DURO, MARROM ARROXEADO <i>SOLO RESIDUAL</i></p> <p>7,30 _____ LIMITE DA SONDAGEM</p>
1-2	5	8	12	20		
2-3	6	10	14	24		
3-4	7	10	13	23		
4-5	10	14	18	32		
5-6	10	18	24	42		
6-7	11	19	28	47		
7-8	14	34	-	34/15		
8-9						
9-10						
10-11						
11-12						
12-13						
13-14						
14-15						
15-16						

SP-3

RELATÓRIO N.1004/14 – 16/04/14 | INÍCIO: 15/04/14 | FINAL: 15/04/14

PROF. (m) COTA: 99,86 0 (m)	NÚMERO DE GOLPES PARA CADA 15 cm			SPT	VISUALIZAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO SPT COM A PROFUNDIDADE	DESCRIÇÃO DO TIPO DE SOLO
					0 10 20 30 40 50	
0-1						<p>SILTE ARGILOSO DURO, MARROM ARROXEADO SOLO RESIDUAL</p> <p>7,30 _____ LIMITE DA SONDAAGEM</p>
1-2	5	8	12	20		
2-3	6	10	14	24		
3-4	7	10	13	23		
4-5	10	14	18	32		
5-6	10	18	24	42		
6-7	11	19	28	47		
7-8	14	34	-	34/15		
8-9						
9-10						
10-11						
11-12						
12-13						
13-14						
14-15						
15-16						