

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
BRUNA APARECIDA DELAVY DA SILVA**

PROJETO ESTRUTURAL DE UM GALPÃO METÁLICO

CASCADEL - PR

2017

BRUNA APARECIDA DELAVY DA SILVA

PROJETO ESTRUTURAL DE UM GALPÃO METÁLICO

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso I, do curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz - FAG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor orientador: Fábio Lúcio Zanella.

CASCADEL - PR

2017

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Galpão duas águas com cobertura de tesouras e colunas em perfil I.....	9
Figura 2 - Perfis de chapa dobrada (a, b, c, d, e).....	13
Figura 3 - Perfil Soldado.....	14
Figura 4 - Perfis Laminados (a, b, c).	14
Figura 5 - Tipos de Soldas (a, b, c, d, e).	16
Figura 6 - Parafusos ASTM A307.....	18
Figura 7 - Mapa do vento	21
Figura 8 - Fator de rugosidade do terreno, dimensões da edificação e altura.	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Constantes físicas do aço	12
Tabela 2 - Fator topográfico	22
Tabela 3 - Fator Estatístico	24

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Métodos dos estados-limites.....	19
Equação 2 - Velocidade característica do vento	20

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
1.1 OBJETIVOS	7
1.1.1 Objetivo Geral	7
1.1.2 Objetivos específicos.....	7
1.2 JUSTIFICATIVA	7
1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	8
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 HISTÓRICO DO AÇO	11
2.2 VANTAGENS DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	11
2.3 DESVANTAGENS DAS ESTRUTURAS METÁLICAS	12
2.4 PROPRIEDADES DO AÇO	12
2.5 PRINCIPAIS PERFIS	13
2.6 LIGAÇÕES DE PEÇAS METÁLICAS.....	15
2.7 LIGAÇÕES SOLDADAS.....	15
2.8 PRINCIPAIS PROCESSOS DE SOLDAGEM	16
2.8.1 Vantagens e Desvantagens de Ligações Soldadas	17
2.9 LIGAÇÕES PARAFUSADAS	17
2.9.1 Tipos de Parafusos	18
2.10 MÉTODOS DOS ESTADOS LIMITES.....	18
2.11 CARGAS ATUANTES	19
2.11.1 Cargas permanentes	20
2.11.2 Cargas variáveis.....	20
3 METODOLOGIA	25
3.1 COLETA DE DADOS	25
3.2 DIMENSÕES E MODELO DO GALPÃO METÁLICO.....	25
3.2.1 Planejamento do estudo.....	26
4 CRONOGRAMA	27
5 RESULTADOS ESPERADOS	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço das indústrias, as estruturas metálicas estão ganhando cada vez mais espaço no mercado brasileiro, devido sua rapidez, flexibilidade, variadas formas construtivas e sua maior resistência se comparada a estruturas de madeira cuja matéria-prima encontra-se gradativamente mais escassa, e são mais leves se comparadas às estruturas de concreto que em algumas situações se tornam impossíveis de serem empregadas.

As informações da utilização de estruturas metálicas foram observadas em escalas industriais a partir do ano de 1750. No Brasil o início de sua fabricação foi no ano de 1812, sendo que o grande avanço na fabricação de perfis em larga escala ocorreu com a implantação das grandes siderúrgicas. Como exemplo tem-se a Companhia Siderúrgica Nacional-CSN, que começou a operar em 1946.

Galpões metálicos geralmente de um único pavimento, estão liderando as construções com soluções simples, limpas, rápidas, econômicas e versáteis para uma larga faixa de vãos e uma infinidade de aplicações, entre elas podemos citar, como na área de logística e transporte, veículos e peças, indústrias eletrônicas, agronegócios, empresas siderúrgicas, construção e engenharia, empresas metalúrgicas entre outras.

Visto que as estruturas metálicas possuem várias vantagens em comparação a outros tipos de estrutura, que poderá ser destacado no decorrer deste trabalho, o tema do mesmo é um estudo teórico sobre o projeto estrutural do telhado de um galpão metálico, cujo modelo que é constituído 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.

Este tipo de estrutura está se tornando essencial para diversos tipos de comércios, alguns dos quais já dependem completamente delas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar o projeto estrutural do telhado de um galpão metálico, no formato duas meias águas, para fins comerciais, com o intuito de buscar soluções que tragam economia.

1.1.2 Objetivos específicos

- Definir dimensões gerais do galpão.
- Definir formas e tipos comerciais dos materiais a utilizar (chapas de fechamento e perfis).
- Definir os esforços atuantes.
- Dimensionar, especificar elementos estruturais.
- Relacionar elementos utilizados.

1.2 JUSTIFICATIVA

Diversos são os segmentos de mercado onde se faz necessário o uso de estruturas metálicas, estas são utilizadas em diversos tipos de instalações para o atendimento das mais variadas atividades. Algumas destas estruturas metálicas, destacando-se os galpões metálicos, o qual se espera uma boa conduta na utilização, e que fiquem estáveis para o atendimento de suas necessidades e exigências, por vezes apresentam imperfeições, podendo ficar de forma irregular, estas imperfeições podem ser atribuídas em função do projeto incorretamente aplicado ou detalhado, que a estrutura será submetida.

O projeto estrutural quando não elaborado da maneira esperada, pode ser superfaturado, se não levado em consideração todas as ações atuantes e a distribuição da maneira correta, as consequências econômicas e de uso são notáveis, que podem ser por esses dois fatores, o superdimensionamento que deixa

a estrutura muito mais cara e pesada do que o necessário, ou pelo subdimensionamento no qual a estrutura não satisfaz o solicitado e traduz-se em insegurança e risco de uso.

Pensando nisso, uma determinada empresa Metalúrgica que tem como base em seus projetos os conhecimentos adquiridos por experiência, busca novos meios de aperfeiçoar os projetos, assim por meio de cálculos estruturais a empresa aceleraria o processo de projeto, e se tornariam ainda mais confiáveis, além de tentar diminuir os materiais, mão de obra e tempo, e conseqüentemente o custo final da mesma.

1.3 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Como o desenvolvimento de cálculos estruturais que atendam a todos os esforços exigidos pelas estruturas facilitam, o trabalho de dimensionamento dentro de empresas metalúrgicas, que utilizam sua experiência como meio de especificarem seus projetos, acarretando em estruturas superdimensionadas ou subdimensionadas, que não atendem os esforços solicitados, traduzindo-se em insegurança, risco de uso e custo a mais.

Propondo assim, uma maneira diferente da utilizada, que passe segurança e estabilidade, buscando reduzir peso e trazendo economia.

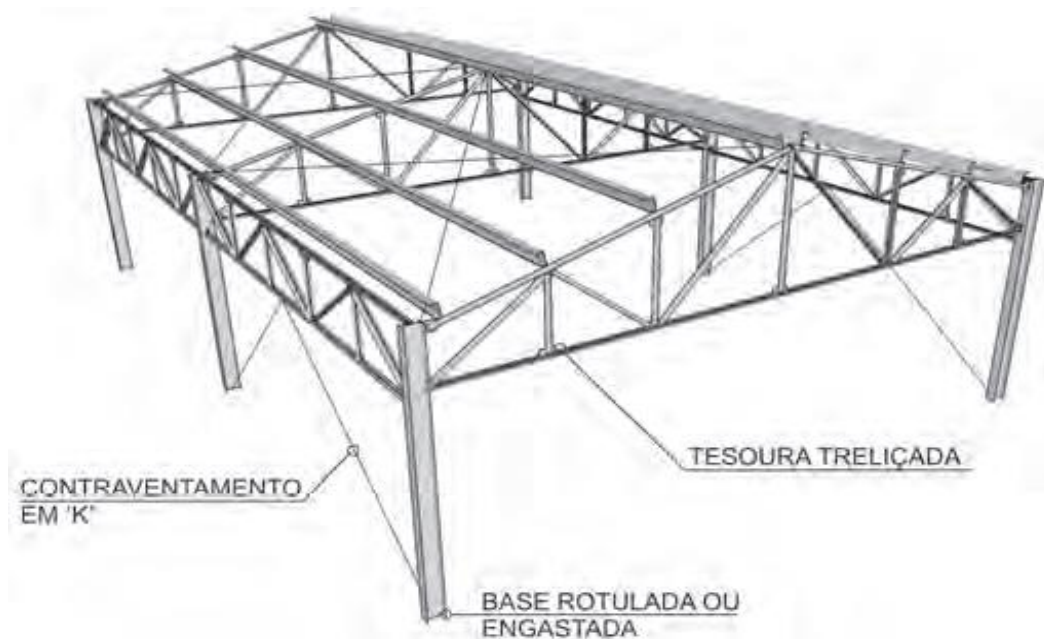
1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Dimensionar significa fixar a grandeza de algo a fim de que ela desempenhe o seu papel no conjunto que faz parte, estruturas metálicas com base em um galpão metálico dependem e muito do correto dimensionamento de um projeto no qual são calculados vários fatores.

Os galpões metálicos, que são construções geralmente de um único pavimento, constituídos de colunas regularmente espaçadas, com cobertura na parte superior e também nas laterais, apoiadas em sistemas de terças e vigas ou tesouras e treliças e que são destinados especialmente para o uso comercial.

Há várias tipologias de galpões metálicos, que podem ser classificados em vão simples, múltiplos ou geminados e os tipos Shed, compostos de perfis laminados e soldados. O primeiro tipo pode ser considerado o mais simples, as mesmas são coberturas de duas águas com o uso de tesouras ou treliças (estas assim denominadas por possuírem banzos paralelos) como pode se ver na figura 1. Os galpões de vão simples que aqui serão detalhados mais profundamente.

Figura 1 - Galpão duas águas com cobertura de tesouras e colunas em perfil I.



Fonte: PRAVIA. DREHMER. JÚNIOR (2010).

Para que o desenvolvimento do projeto comece, deve-se pensar na qualidade e na manutenção ao longo de sua vida útil. Primeiramente, é indicada sua configuração dimensional volumétrica, como altura, largura e comprimento, são essas medidas que determinam o tipo do uso do galpão. Logo depois já tendo noção dessas medidas é interessante já definir as aberturas fixas e móveis (aberturas fixas são aquelas sempre abertas, por exemplo, venezianas, já as aberturas móveis pode ser fechadas ou abertas como portas, portões).

Para atingir uma vida útil esperada, têm que ser estudada, todas as fases do projeto, existindo uma combinação entre projetar, calcular, fabricar, transportar e montar uma estrutura de aço, para que assim tudo resulte em uma solução mais econômica e eficiente.

Assim para o presente estudo de galpão metálico de vão simples, foi definido um galpão já fabricado e montado, com os seguintes dados preliminares. A cobertura em duas águas com tesouras metálicas com perfil laminados U 100x40 chapa 12, com largura de 8,00m, comprimento de 10,00m e altura de 4,50, totalizando 80m². Local da construção, propriedade rural da cidade de Vera Cruz do Oeste-PR.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 HISTÓRICO DO AÇO

As evidências apontam que a primeira obtenção de ferro aconteceu aproximadamente 6 mil a. C em algumas civilizações como as do Egito, Babilônia e Índia. O ferro era então um material considerado nobre, devido a sua raridade, assim com sua utilização se limitando a fins militares ou como elemento de adorno nas construções.

A utilização do ferro em escala industrial só teve lugar muito tempo depois, em meados do século XIX, devido aos processos de industrialização que passavam os países mais desenvolvidos pela revolução industrial, tais como Inglaterra, França e Alemanha.

Ao auge de produção de ferro, desenvolveram-se progressos na elaboração e conformação deste metal, onde em 1830 surgiram trilhos para estradas de ferro, em 1854 primeiramente na França, os perfis de seção I de ferro forjável peça a qual foi fundamental da construção de aço (PRAVIA, DREHMER e MESACASA, 2013).

2.2 VANTAGENS DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

As estruturas de aço, assim como outras formas construtivas, apresentam pontos positivos e pontos negativos.

Os pontos positivos são, apresenta precisão milimétrica, possibilitando um alto controle de qualidade, garantia das dimensões e propriedades dos materiais, é resistente a vibração e a choques, possibilidade de execução de obras mais rápidas e limpas, em caso de necessidade, possibilita a desmontagem das estruturas e sua posterior montagem em outro local, alta resistência estrutural, possibilitando a execução de estruturas leves para vencer grandes vãos e possibilidade de reaproveitamento dos materiais em estoque, ou mesmo, sobras de obra (PINHEIRO, 2005).

2.3 DESVANTAGENS DAS ESTRUTURAS METÁLICAS

Os pontos negativos que elas podem apresentar são limitações de execução em fábrica, em função do transporte até o local de sua montagem final, podem precisar de tratamento superficial das peças contra oxidação, devido ao contato com ar atmosférico, necessidade de mão de obra e equipamentos especializados para sua fabricação, montagem e limitação de fornecimento de perfis estruturais (PINHEIRO, 2005).

2.4 PROPRIEDADES DO AÇO

Algumas das principais propriedades do aço que podemos considerar são a elasticidade que é a propriedade do material a retornar à forma original, plasticidade propriedade em que o material não consegue recuperar sua forma e dimensões originais no qual foi submetido a tensões que ultrapassam certo limite, ductibilidade capacidade do material em se deformar, fragilidade característica do material de romper bruscamente, resiliência capacidade do material em absorver energia mecânica, tenacidade a energia total absorvida até a ruptura, fluência que é quando o material foi submetido a tensões constantes, fadiga no qual o material é submetido a esforços cíclicos ou repetitivos e a dureza que é resistência ao risco de abrasão.

A NBR 8800 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 13) define como propriedades do aço para o uso em estruturas as da tabela 1.

Tabela 1 - Constantes físicas do aço

Constante Física	Valor
Modulo de elasticidade E	200.000Mpa
Coeficiente de Poisson. ν	0,3
Coeficiente de dilatação térmica. β	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$
Massa especifica p.	7850 kg/m ³

Fonte: PFEIL, PFEIL (2009).

2.5 PRINCIPAIS PERFIS

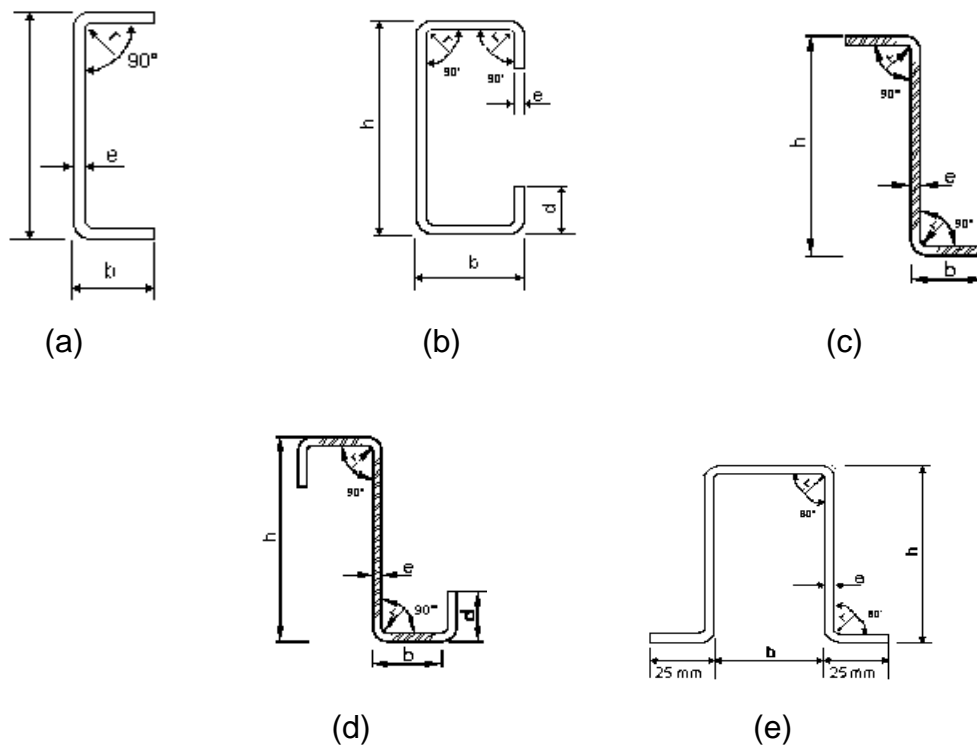
Atualmente, existem vários perfis que estão disponíveis e podem ser aplicados em estruturas metálicas, eles podem ser laminados, ou seja obtido no mercado com formato específico com perfil U ou I, soldados ou ainda chapas dobradas, onde a mesma é de espessura desejada.

Os aços estruturais mais utilizados estão listados em anexo A, da ABNT NBR 8800, e dentre eles estão, ASTM A36, ASTM A572 G42, ASTM A572 G50, ASTM A588. Segue alguns dos perfis mais utilizados nas figuras 2, 3 e 4.

- Perfis de chapa dobrada:

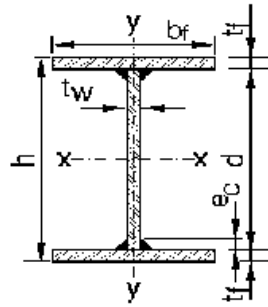
- a) U simples.
- b) U enrijecido.
- c) Z simples.
- d) Z enrijecido.
- e) Cartola.

Figura 2 - Perfis de chapa dobrada (a, b, c, d, e).



- Perfis Soldados
- (a) I ou H

Figura 3 - Perfil Soldado

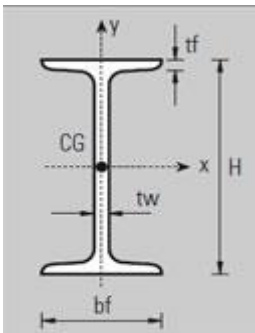


(a)

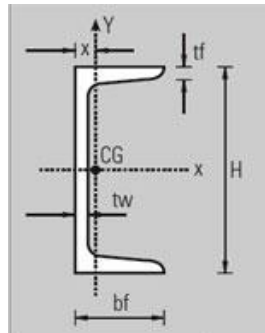
Fonte: Portal Metálica (2017).

- Perfil laminados
- (a) I ou H
- (b) U ou canal.
- (c) Cantoneira L.

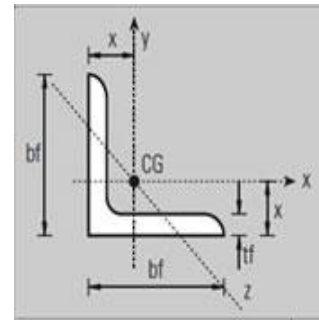
Figura 4 - Perfis Laminados (a, b, c).



(a)



(b)



(c)

Fonte: Portal Metálica (2017).

2.6 LIGAÇÕES DE PEÇAS METÁLICAS

As estruturas metálicas são formadas por associações de peças ligadas entre si, os meios de união são de importância fundamental, pois representam a segurança da construção e também envolve custos elevados devido sua complexidade, basicamente há dois tipos de ligações, as soldadas e a parafusadas ou até mesmo as duas em conjunto. Para determinar quais das duas usar, deve ser levado em consideração o tipo de montagem que será realizado (PFEIL, 2009).

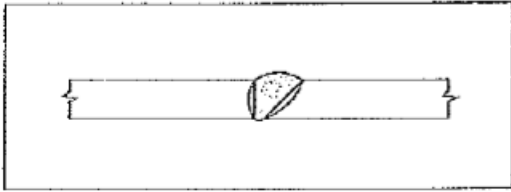
2.7 LIGAÇÕES SOLDADAS

A soldagem trata-se da união de materiais, proporcionando entre elas a continuidade obtida por fusão das partes adjacentes, suas variações são de acordo com os diversos métodos existentes e características apresentadas como, a forma, a espessura e geometria.

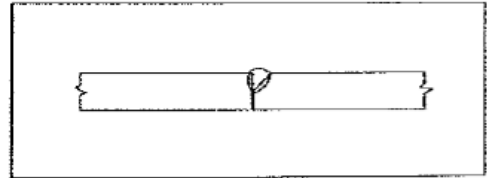
A alguns fatores que devem ser levados em consideração para se ter uma união de solda eficaz como, a forma correta de entalhe, a homogeneidade do metal depositado e a perfeição entre o metal depositado e o metal base. Podem-se ter os seguintes tipos de soldas, a de entalhe que é dividida entre penetração total e parcial, a de filete e a tampão que pode ser em furos ou em rasgos (PINHEIRO, 2005).

Figura 5 - Tipos de Soldas (a, b, c, d, e).

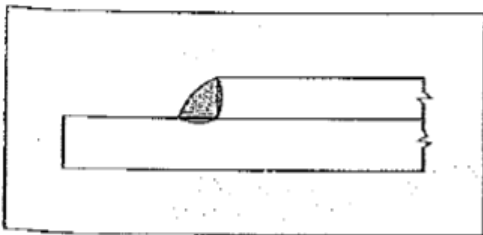
a) Penetração Total



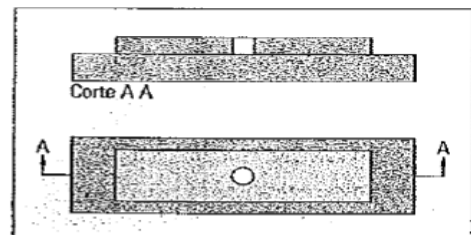
b) Penetração Parcial



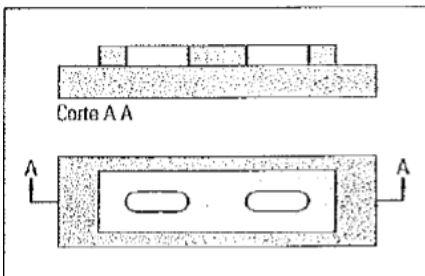
c) Filete



d) Em furos



e) Em Rasgos



Fonte: PINHEIRO (2005).

2.8 PRINCIPAIS PROCESSOS DE SOLDAGEM

Atualmente, existe diversos processos de soldagem os quais foram aprimorados ou desenvolvidos, entre eles estão:

SMAW-solda ao arco elétrico com eletrodo revestido, processo manual.

SAW-solda ao arco submerso.

GMAW-solda ao arco elétrico com proteção gasosa ou processos MIG, MAG, TIG.

FCAW-solda ao arco elétrico com fluxo no núcleo. E soldas com resistência elétrica.

Elas ainda podem ser classificadas de acordo com suas posições de soldagem como plana, horizontal, vertical e sobre cabeça.

Segundo Pinheiro (2005), as construções em aço onde a solda é utilizada exigem que o operário, soldador seja especializado.

2.8.1 Vantagens e Desvantagens de Ligações Soldadas

Há vantagens e desvantagens, de se utilizar as estruturas com ligações soldadas, a primeira grande vantagem está relacionada com a economia de material, logo que o uso de solda permite o aproveitamento total do material.

Segundo Bellei (1998, p. 23), “as estruturas soldadas permitem eliminar uma grande porcentagem de chapas de ligação em relação às estruturas parafusadas, e em algumas estruturas de pontes ou treliças é possível economizar até 15% ou mais de peso do aço”.

Elas também são mais rígidas por serem soldadas umas nas outras, diferentemente das parafusadas que são feitas através de chapas de ligação ou cantoneiras. Podem ser facilmente modificadas, corrigindo erros durante a montagem com custo menor que as parafusadas, o uso de uma quantidade menor de peças permite um resultado de menor tempo de detalhe, fabricação e montagem.

As desvantagens das estruturas soldadas de grandes extensões é a redução que sofrem no comprimento devido aos efeitos acumulativos de retração, possível falta de energia elétrica no lugar de montagem das estruturas metálicas necessitando assim de geradores para acionamento de máquinas e também exigem uma análise maior de fadiga, podendo em alguns casos reduzir as tensões admissíveis a níveis baixos (BELLEI, 1998).

2.9 LIGAÇÕES PARAFUSADAS

As ligações parafusadas assim como as soldadas são utilizadas em grandes escalas, principalmente em montagens finais de campo e nas de fábrica, elas têm como vantagem, rapidez nas ligações no local da obra, economia em relação ao

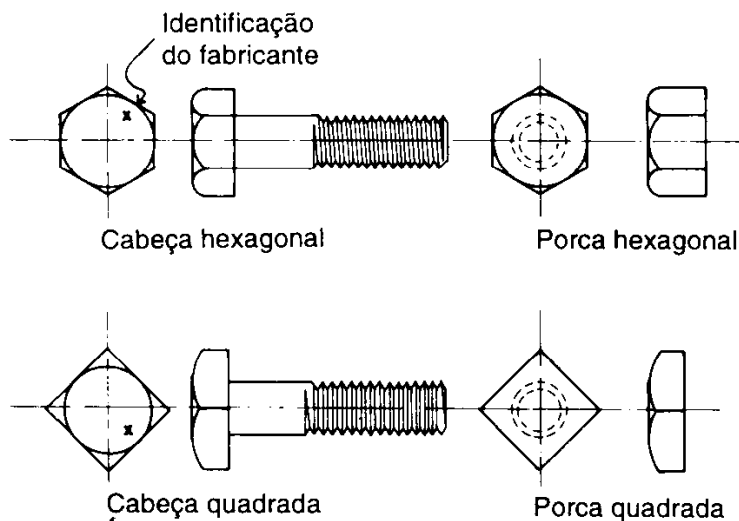
consumo de energia, não necessita mão de obra especializada e melhores respostas a esforços de fadiga (BELLEI, 1998).

2.9.1 Tipos de Parafusos

Os principais tipos de parafusos empregados em ligações são os comuns, tipo ASTM A307, de alta resistência tipo fricção e esmagamento nas especificações ASTM 325 e A490 e os torneados (BELLEI, 1998).

Os comuns, tipo ASTM 307 que são fabricados de aço carbono são usados para pequenas treliças, plataformas simples, passadiços, terças, vigas de tapamento, estruturas leves. Possuem um baixo custo e também tem baixa resistência. Os de alta resistência tipo fricção e esmagamento nas especificações ASTM 325 e A490.

Figura 6 - Parafusos ASTM A307



Fonte: BELLEI (1998).

2.10 MÉTODOS DOS ESTADOS LIMITES

O método dos estados limites é utilizado para o dimensionamento de estruturas, que exige que nenhum estado-limite seja excedido, quando a estrutura é

submetida á todas as ações. Conforme a NBR 8800, são divididos os estados limites últimos (ELU) e os estados limites de serviço (ELS).

Os estados limites últimos estão associados á ocorrência de cargas excessivas, como por exemplo, perda de equilíbrio como corpo rígido, ruptura de uma ligação ou seção, flambagem em regime elástico ou não, e ruptura por fadiga.

E os estados limites de serviço, estão associados a cargas em serviço, como deformações e vibrações excessivas (PFEIL, 2009).

Para a verificação de segurança estrutural utiliza-se a seguinte equação:

$$R_d \geq S_d \quad (1)$$

Onde:

$$R_d = R_u / \gamma_m$$

R_d é o valor do cálculo dos esforços resistentes.

R_u é a resistência última dos esforços resistentes.

γ_m é o coeficiente de ponderação que leva em conta incertezas das resistências.

$$S_d = \gamma_f \cdot S$$

S_d é o valor do cálculo dos esforços atuantes.

S é o esforço atuante, fator de carga.

γ_f é o coeficiente de ponderação que leva em conta as incertezas das solicitações.

2.11 CARGAS ATUANTES

Para o projeto estrutural de um galpão metálico deve-se levar em consideração um conjunto de cargas que atuam ora isoladamente, e ora em combinações de acordo com o principio da estática, são consideradas as seguintes cargas, as permanentes e as variáveis (BELLEI, 1998).

2.11.1 Cargas permanentes

As cargas permanentes são compostas pelo próprio peso da estrutura e pelo peso dos materiais de acabamento, como por exemplo, chapas de piso, cobertura, tapamento, instalações elétricas, etc.

2.11.2 Cargas variáveis

As cargas variáveis são as que ocorrem com os valores que apresentam variações significativas durante a vida útil da estrutura, em galpões leves são consideradas a sobrecarga da cobertura e a ação do vento.

Sobrecarga de cobertura: são cargas que podem ou não atuar na estrutura, em geral em estruturas de porte pequeno e médio, fora de áreas com acúmulo de poeira, adota-se para as sobrecargas na cobertura, 15 kgf/m² (BELLEI, 1998).

Ação do vento: É determinada de acordo com os procedimentos estabelecidos pela NBR 6123. Para encontrar a pressão característica do vento sobre a estrutura, é considerada a velocidade do vento para a situação que a estrutura ficará exposta ao mesmo. Logo temos que:

$$V_k = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \quad (2)$$

Onde:

V_k = Velocidade característica do vento (m/s).

V_0 = Velocidade inicial do vento (m/s).

S_1 = Fator topográfico.

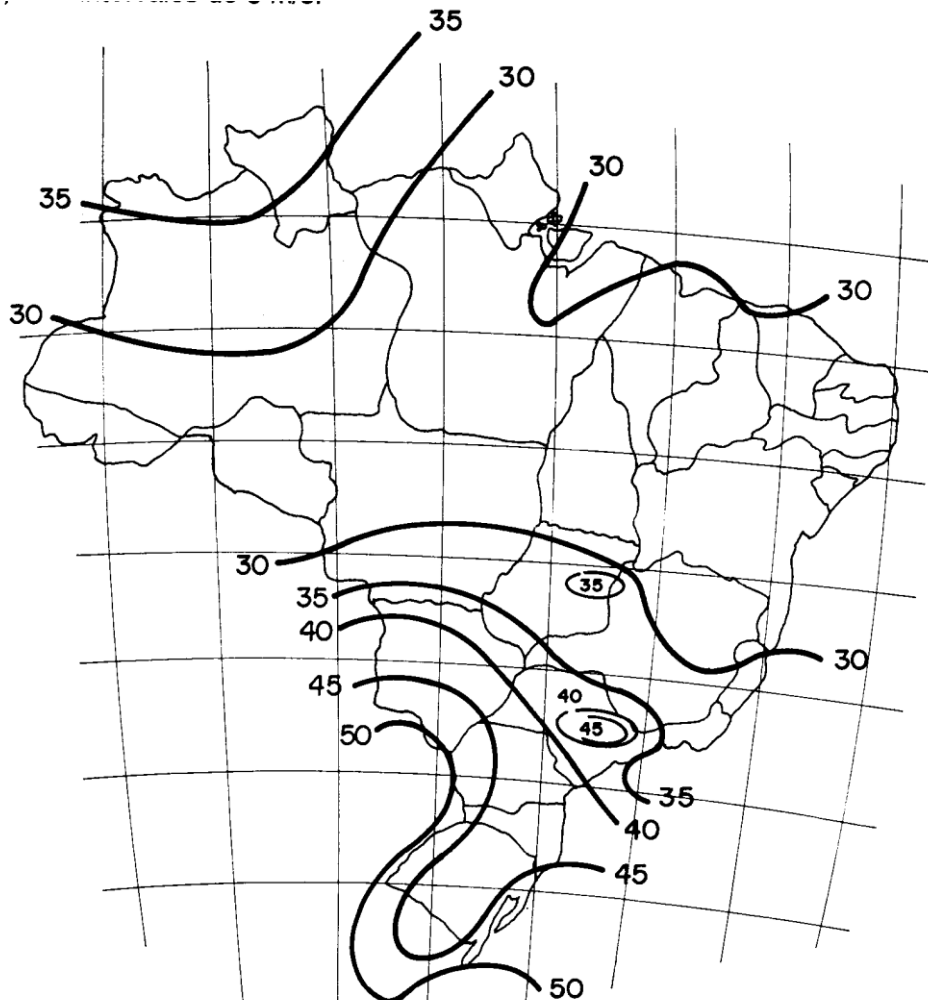
S_2 = Fator de rugosidade.

S_3 = Fator estatístico.

A velocidade inicial do vento V_0 é a velocidade de uma rajada de três segundos de duração ultrapassada em média uma vez em 50 anos, a 10m de altura do terreno. A velocidade inicial do vento é determinada com a ajuda de um mapa do

Brasil, que contém isopletas da velocidade básica do vento, com intervalos de 5m/s (BELLEI, 1998).

Figura 7 - Mapa do vento



Fonte: BELLEI (1998).

2.11.2.1 Fator topográfico S_1

O fator topográfico leva em consideração as grandes variações da superfície do terreno, ele é determinado de acordo com a tabela 2:

Tabela 2 - Fator topográfico

Caso	Topografia	S_1
a	Terreno plano ou fracamente acidentado	1,0
b	Taludes e morros: taludes e morros alongados, nos quais podem ser admitido um fluxo de ar bidimensional	1,0
c	Vales profundos, protegidos de ventos de qualquer direção	0,9

Fonte: BELLEI (1998).

2.11.2.2 Fator de rugosidade S_2

Fator que depende das condições de vizinhança da construção, da altura acima do terreno e das dimensões do projeto.

De acordo com Bellei (1998), elas são classificadas em cinco categorias:

Categoria I: Superfícies lisas, de grandes dimensões, com mais de 5km de extensão, medidas na direção e no sentido do vento incidente.

Categoria II: Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, como árvores e edificações baixas.

Categoria III: Terrenos planos ou ondulados com obstáculos como sebes e muros.

Categoria IV: Terrenos cobertos com obstáculos numerosos ou pouco espaçados, em zona florestal, industrial ou urbanizada.

Categoria V: Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, altos e poucos espaçados.

A velocidade do vento varia continuamente e seu valor médio pode ser calculado sobre qualquer intervalo de tempo. A partir daí foram escolhidas as seguintes classes de edificações e seus elementos, com intervalos de tempo para cálculo da velocidade média de, respectivamente, três, cinco e dez segundos BELLEI (1998).

Classe A: Todas as edificações de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais da estrutura sem vedação. Toda edificação na qual a maior dimensão horizontal ou vertical não exceda 20 metros.

Classe B: Toda a edificação ou parte para qual a maior dimensão horizontal ou vertical esteja entre 20 a 50 metros.

Classe C: Toda edificação ou parte para qual a maior dimensão horizontal ou vertical exceda 50 metros.

Figura 8 - Fator de rugosidade do terreno, dimensões da edificação e altura.

h (m)	Categoria														
	I			II			III			IV			V		
	Classe			Classe			Classe			Classe			Classe		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
≤ 5	1,06	1,04	1,01	0,94	0,92	0,89	0,83	0,86	0,82	0,79	0,76	0,73	0,74	0,72	0,67
10	1,10	1,09	1,06	1,00	0,98	0,95	0,94	0,92	0,88	0,86	0,83	0,80	0,74	0,72	0,67
15	1,13	1,12	1,09	1,04	1,02	0,99	0,98	0,96	0,93	0,90	0,88	0,84	0,79	0,76	0,72
20	1,15	1,14	1,12	1,06	1,04	1,02	1,01	0,99	0,96	0,93	0,91	0,88	0,82	0,80	0,76
30	1,17	1,17	1,15	1,10	1,08	1,06	1,05	1,03	1,00	0,98	0,96	0,93	0,87	0,85	0,82
40	1,20	1,19	1,17	1,13	1,11	1,09	1,08	1,06	1,04	1,01	0,99	0,96	0,91	0,89	0,86
50	1,21	1,21	1,19	1,15	1,13	1,12	1,10	1,09	1,06	1,04	1,02	0,99	0,94	0,93	0,89
60	1,22	1,22	1,21	1,16	1,15	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,97	0,95	0,92
80	1,25	1,24	1,23	1,19	1,18	1,17	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,01	1,00	0,97
100	1,26	1,26	1,25	1,22	1,21	1,20	1,18	1,17	1,15	1,13	1,11	1,09	1,05	1,03	1,01
120	1,28	1,28	1,27	1,24	1,23	1,22	1,20	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,07	1,06	1,04
140	1,29	1,29	1,28	1,25	1,24	1,24	1,22	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,10	1,09	1,07
160	1,30	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25	1,24	1,23	1,22	1,20	1,18	1,16	1,12	1,11	1,10
180	1,31	1,31	1,31	1,28	1,27	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22	1,20	1,18	1,14	1,14	1,12
200	1,32	1,32	1,32	1,29	1,28	1,28	1,27	1,26	1,25	1,23	1,21	1,20	1,16	1,16	1,14
250	1,34	1,34	1,33	1,31	1,31	1,31	1,30	1,29	1,28	1,27	1,25	1,23	1,20	1,20	1,18
300	-	-	-	1,34	1,33	1,33	1,32	1,32	1,31	1,29	1,27	1,26	1,23	1,23	1,22
350	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,33	1,32	1,30	1,29	1,26	1,26	1,26
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,32	1,32	1,29	1,29	1,29
420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,35	1,35	1,33	1,30	1,30	1,30
450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,32	1,32	1,32
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,34	1,34	1,34

Fonte: BELLEI (1998).

2.11.2.3 Fator estatístico S_3

O fator estatístico considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação, tendo por base o período de recorrência de 50 anos para a determinação da velocidade V_0 e a probabilidade de 63% de que esta velocidade seja igualada ou excedida nesse período, conforme a tabela 3, (BELLEI, 1998).

Tabela 3 - Fator Estatístico

Grupo	Descrição	S_3
1	Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva.	1,10
2	Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústrias com alto fator de ocupação.	1,00
3	Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc).	0,95
4	Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação etc).	0,88
5	Edificações temporárias. Estruturas do grupo 1 a 3 durante a construção.	0,83

Fonte: BELLEI (1998).

3 METODOLOGIA

O presente estudo será desenvolvido com base em uma pesquisa exploratória, através do desenvolvimento de um projeto estrutural do telhado de um galpão metálico duas meias águas.

Foram realizadas pesquisas em sites da internet, livros, artigos científicos e demais trabalhos que abordam sobre o tema. As referências consultadas embasaram como é feito a aplicação das estruturas e quais os aspectos importantes no projeto estrutural do galpão metálico.

Também será feita pesquisa de campo, que terá como objetivo obter a efetivação do que se constatou na fundamentação teórica.

3.1 COLETA DE DADOS

Empresa Metalúrgica, situada em Vera Cruz do Oeste, disponibilizou um galpão metálico o qual já está montado e sendo utilizado.

3.2 DIMENSÕES E MODELO DO GALPÃO METÁLICO

- Comprimento: 10,00 metros.
- Largura: 8,00 metros.
- Altura: 4,50 metros.

O modelo estrutural do galpão metálico, bem como suas dimensões, que já estão definidas é de vão simples com coberturas em duas meias águas com tesouras metálicas com perfil U 100x40 chapa 12 e com declividade de 20°, sendo coberto com telhas de aço trapezoidal 25 na chapa 0,50mm, pés direitos de concreto armado 19x17, totalizando 80m². Local da construção, propriedade rural da cidade de Vera Cruz do Oeste-PR.

3.2.1 Planejamento do estudo

- Primeiramente será, definido os tipos de perfis e materiais que serão utilizados em todo o telhado do galpão, terças, contraventos e montantes.
- Determinar as cargas atuantes.
- Determinar as tensões, deformações que poderão ocorrer nos elementos da estrutura. E definir o peso final, tentando fazê-la ficar mais econômica possível e conseqüentemente reduzir o material.
- Dimensionar os elementos de forma a suportarem estas tensões e deformações dentro das normas, sem comprometer a sua utilização.
- E por fim analisar os resultados obtidos e verificar se foram os esperados.

4 CRONOGRAMA

As atividades que serão desenvolvidas estão distribuídas conforme tabela abaixo. Destacando os procedimentos metodológicos e as tarefas do projeto.

Atividades	Jul. 2017	Ago. 2017	Set. 2017	Out. 2017	Nov. 2017	Dez. 2017
Fundamentação Teórica.	X	X				
Revisão da Metodologia do projeto.	X	X				
Realização dos cálculos para aplicação.		X	X	X	X	
Organização dos dados obtidos.				X	X	
Resultados e Discussões.				X	X	
Considerações finais					X	
Revisão final					X	X
Protocolo do trabalho						X
Defesa em banca.						X
Revisão final e entrega de trabalho.						X

5 RESULTADOS ESPERADOS

O modelo estrutural do galpão metálico considerado simples, formado por associações de elementos lineares e sistemas planos, sendo compostas com vigas longitudinais chamadas de terças, dispostas com intuito de transferirem à estrutura principal as cargas atuantes naqueles planos, tais como as cargas devido ao vento.

Os resultados esperados são de dimensionar corretamente, isto é, de acordo com a norma, calculando as várias cargas atuantes na estrutura, sendo assim verificando a partir daí, qual será o melhor material, a quantidade necessária, o melhor tipo de ligações, esperando uma forma mais prática e econômica, que é de grande importância para o mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6123**. Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro. 1988.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8800**. Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro. 2008.

BELLEI, I. H. **Edifícios industriais em aço**: Projeto e cálculo. 2.ed. São Paulo: Pini, 1998.

CHAVES, M. R. **Avaliação do desempenho de soluções estruturais para galpões industriais leves**. Disponível: <<http://www.metalica.com.br>> acesso em: 20 de abr. 2017.

PFEIL, W. **Estruturas de aço**: dimensionamento prático. 8. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PINHEIRO, A. C. F. B. **Estruturas Metálicas**: Cálculos, detalhes, exercícios e projetos. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

PRAVIA, Z. M.C.; DREHMER, G. A.; JÚNIOR, E. M. **Galpões para usos gerais**. 4. ed. Rio de Janeiro: IABr/CBCA, 2010.

Téchne. São Paulo, n. 171, 11 jun. 2011.