



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO MAPA DE
ISOPLETAS DA NORMA NBR 6123 EM PAVILHÕES**

Thomas Gabriel Herber

Lajeado, julho 2025

Thomas Gabriel Herber

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇA DO MAPA DE ISOPLETAS
DA NORMA NBR 6123 EM PAVILHÕES**

Projeto de monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão II, do curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari Univates, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Civil.
Orientadora: Profa. Ma. Rebeca Jéssica Schmitz

Lajeado, julho de 2025

Thomas Gabriel Herber

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS NO MAPA DE ISOPLETAS DA NORMA NBR 6123 EM PAVILHÕES

A Banca examinadora abaixo aprova o artigo apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão II, do curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari – Univates, como parte da exigência para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil:

Profa. Ma. Rebeca Jéssica Schmitz – orientadora
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Me. Valmir Stani Fell Junior
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Dr. Miguel Angel Aguirre
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do
Sul - UFRGS

Lajeado, 08 de julho de 2025

<p>PALAVRAS-CHAVE:</p> <p>Ação do vento Estruturas metálicas Pavilhões industriais NBR 6123 Mapas de isopletas</p> <p>KEYWORDS:</p> <p><i>Wind action</i> <i>Steel structures</i> <i>Industrial pavilions</i> <i>NBR 6123</i> <i>Isopleth maps</i></p>	<p>RESUMO: Este estudo avalia os impactos da substituição do mapa de isopletas da norma NBR 6123 (ABNT, 2023), que define as velocidades básicas do vento no Brasil, sobre o dimensionamento e custo de estruturas de pavilhões com sistema híbrido de aço e concreto. Foram comparados três mapas: o atual, de Padaratz (1977), e os propostos por Vallis (2019) e Loredo-Souza et al. (2023), com base em metodologias distintas. Cinco cidades com diferenças significativas nas velocidades características foram selecionadas para análise. A estrutura modelo foi um pavilhão com 25 m de largura, 50 m de comprimento e 6,5 m de altura, sem vedação lateral. As modelagens foram realizadas no <i>software</i> CYPE 3D, e as ações do vento determinadas pelo VisualVentos. Os resultados mostraram variações consideráveis nas cargas de vento e no peso estimado das estruturas em função dos diferentes mapas. Essas diferenças impactam diretamente no consumo de aço e nos custos estimados da obra. Conclui-se que a adoção de um novo mapa de isopletas pode alterar significativamente o dimensionamento estrutural e o orçamento de projetos, evidenciando a necessidade de critérios técnicos atualizados e compatíveis com as condições climáticas regionais. O estudo contribui para decisões normativas mais precisas e seguras na engenharia estrutural brasileira.</p> <p>ABSTRACT: <i>This study assesses the impacts of replacing the isopleth map from the NBR 6123 standard (ABNT, 2023), which defines the basic wind speeds in Brazil, on the design and cost of hybrid steel–concrete pavilion structures. Three maps were compared: the current one by Padaratz (1977), and two proposed by Vallis (2019) and Loredo-Souza et al. (2023), based on distinct methodologies. Five cities with significant differences in characteristic wind speeds were selected for analysis. The model structure was a pavilion measuring 25 m in width, 50 m in length, and 6.5 m in height, with no lateral sealing. The modeling was carried out using CYPE 3D software, and wind actions were calculated using VisualVentos. The results showed considerable variations in wind loads and the estimated steel weight of the structures depending on the map used. These differences directly impact steel consumption and estimated construction costs. It is concluded that adopting a new isopleth map can significantly affect structural sizing and budgeting, highlighting the need for updated technical criteria aligned with regional climate conditions. This study contributes to more accurate and safer normative decisions in Brazilian structural engineering.</i></p>
--	--

1. INTRODUÇÃO

Estruturas de pavilhões podem ser amplamente utilizadas em ambientes industriais, comerciais e de eventos devido à sua versatilidade e capacidade de cobrir grandes vãos com mínima interferência interna, permitindo um espaço funcional e desobstruído. Compostas frequentemente por elementos híbridos, como pilares de concreto armado e treliças metálicas, estas estruturas oferecem resistência e durabilidade. Contudo, as características geométricas e os materiais utilizados tornam os pavilhões especialmente sensíveis a cargas externas, como as provocadas pelo vento, por serem estruturas leves e apresentarem grandes superfícies expostas.

Acidentes causados pelo vento em estruturas de pavilhões têm sido recorrentes em diversas regiões do mundo, especialmente em áreas onde as velocidades dos ventos podem ser extremas. Esses eventos, além de comprometerem a integridade física das edificações, podem resultar em significativos prejuízos econômicos e até mesmo em perdas de vidas.

Estudos como os de Blessmann (2001) destacam que a ação do vento em grandes superfícies pode gerar forças de pressão e sucção que, se não devidamente consideradas, podem levar ao colapso parcial ou total da estrutura. Situações como falhas em conexões, deformações excessivas e ruptura de componentes

estruturais têm como origem frequente um subdimensionamento ou o desrespeito às normas técnicas, como a NBR 6123 (ABNT 2023), que estabelece critérios para o cálculo das ações do vento.

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender as especificidades das estruturas de pavilhões e o impacto das forças de vento sobre elas, visando garantir a segurança e a eficiência econômica dos projetos. Além disso, a constante revisão das normas e o aprimoramento das práticas de dimensionamento são fundamentais para mitigar os riscos de falhas estruturais, promovendo construções mais resilientes e adequadas às condições climáticas regionais. Este estudo, portanto, busca contribuir para essa compreensão, contextualizando os desafios impostos pelo vento em pavilhões e a importância de projetá-los com base em critérios técnicos rigorosos.

Com isso, foi comparado os modelos de mapas de isopleias elaborados por Vallis (2019) e o modelo elaborado por Loredou-Souza et al. (2023) com o modelo atual da NBR 6123 (2023), onde os dois novos mapas foram baseados em parâmetros diferentes da norma para avaliar a velocidade básica do vento, com o intuito de atualizar o mapa atual da norma, que é o mesmo desde 1988. Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar o impacto da substituição do mapa de isopleias da NBR 6123 (ABNT, 2023) no quantitativo e no custo da estrutura de pavilhões com estrutura híbrida aço e concreto.

A NBR 6123 (ABNT, 2023) representa a mais recente atualização desde sua versão de 1988, com o objetivo de estabelecer padrões para a consideração das cargas de vento em edificações em todo o território nacional. Mesmo tendo sido recentemente revisada, é importante destacar que ainda se encontra em discussão a atualização do mapa de isopleias, que define a velocidade básica do vento em todo o país. Estas substituições podem gerar impactos no dimensionamento das estruturas, podendo afetar os custos envolvidos na construção.

Existem poucos trabalhos que buscam fazer a comparação entre o mapa de isopleias da norma e os mapas de Vallis (2019) e Loredou-Souza et al (2023), como a pesquisa de Gosmann (2023), onde ele fez esse estudo utilizando edifícios de múltiplos andares. Já esta pesquisa busca dar continuidade ao estudo, porém focado em estruturas de pavilhões.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo visa estabelecer uma base sólida de conhecimento sobre os princípios do sistema estrutural de pavilhões, incluindo sua configuração típica e as forças que atuam sobre essas estruturas, com foco especial nos princípios da ação do vento.

2.1 ESTRUTURA METÁLICA

O sistema estrutural híbrido para a estrutura de um pavilhão se baseia em pórticos, onde combina pilares em concreto armado e vigas em estrutura metálica treliçada, sendo uma escolha estratégica que proporciona robustez, durabilidade e flexibilidade. Essa abordagem é especialmente vantajosa em pavilhões que demandam grandes vãos livres e suporte de cargas significativas. Com um planejamento cuidadoso e execução precisa, esse sistema pode atender a uma ampla gama de necessidades arquitetônicas e funcionais, assegurando eficiência e economia em projetos de construção (Chaves, 2007).

Conforme Oliveira (2011), os pavilhões são espaços versáteis projetados para diversos fins, como fábricas, armazéns e eventos de grande porte, caracterizados pela ausência de pilares internos para garantir um ambiente amplo sem interferência arquitetônica. Esta condicionante leva a que essas estruturas devem cobrir vãos amplos, podendo variar de 10 metros até de 60 metros, com uma planta geralmente retangular

e um único nível. Longitudinalmente, são compostas por pórticos principais interligados por terças e reforçados por contraventamentos. Transversalmente, os pórticos podem ser de dois tipos: com treliças ou perfis de seção transversal de alma cheia. A estrutura é dividida em principal e secundária, sendo a primeira responsável por transferir as cargas para a fundação por meio de treliças, terças e pilares, enquanto a segunda compreende os demais elementos de suporte, como revestimentos da cobertura e contraventamentos, conforme mostra a Figura 1.

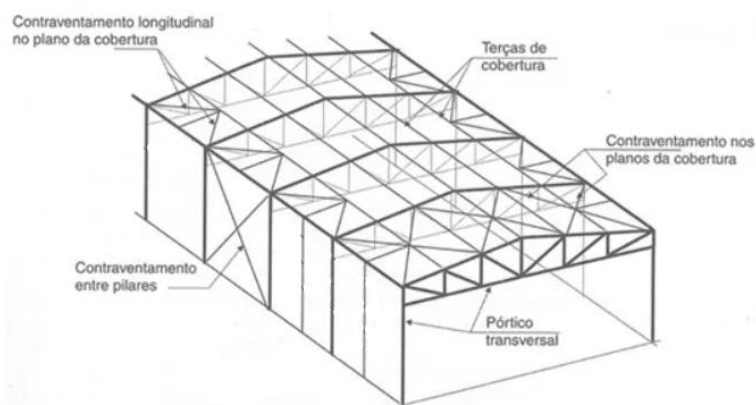


FIGURA 1: Componentes estruturais de um pavilhão.

FONTE: Adaptado de Pfeil (2022).

Uma das principais vantagens das estruturas metálicas treliçadas é a capacidade de vencer grandes vãos com eficiência, utilizando menos material quando comparadas com outras soluções estruturais. Isso resulta em estruturas mais leves e mais econômicas, o que é especialmente benéfico em projetos de grande escala. Além disso, as treliças metálicas oferecem grande flexibilidade de design, permitindo a criação de formas arquitetônicas inovadoras e funcionais (Pfeil, 2022).

A definição da geometria e do *layout* de uma estrutura metálica é um passo fundamental no projeto de um pavilhão, pois influencia diretamente a funcionalidade, a estética e a eficiência estrutural. A Figura 2 mostra alguns modelos de treliças planas, em que a simples definição do modelo pode impactar significativamente na quantidade de material necessária para a estrutura. O *layout* deve ser cuidadosamente planejado para atender às necessidades específicas do uso pretendido, como grandes vãos livres para áreas sem obstruções, que são comuns em pavilhões de exposições ou esportivos (Gomes, 2016).

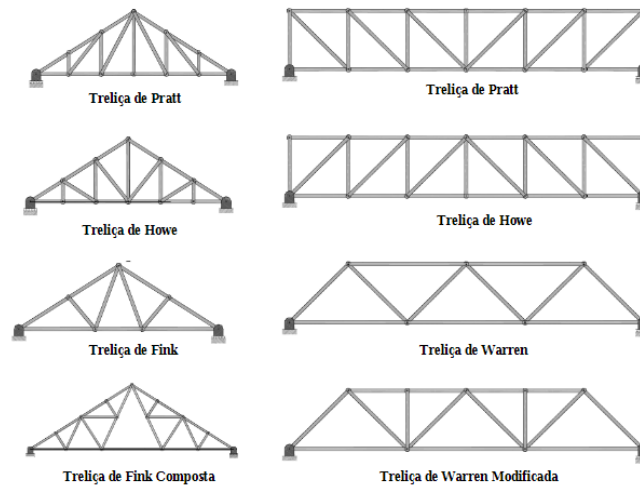


FIGURA 2: Modelos de treliças.

FONTE: Gomes (2016)

Segundo Pfeil (2022), seguir normas e regulamentações é essencial para o dimensionamento e construção de estruturas metálicas, garantindo segurança, qualidade e conformidade com os padrões estabelecidos. Essas normas fornecem diretrizes detalhadas sobre materiais, métodos de construção, cálculos estruturais e procedimentos de inspeção, assegurando que a estrutura seja capaz de suportar as cargas previstas e as condições ambientais. No Brasil, a NBR 8800 (ABNT, 2024) é a norma principal para projetos de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto. Ela abrange aspectos como propriedades dos materiais, dimensionamento de elementos estruturais, conexões, critérios de estabilidade e detalhamento. Seguir essa norma é obrigatório para garantir a segurança estrutural e a integridade das construções metálicas, além de facilitar a aprovação de projetos junto aos órgãos reguladores e assegurar que a edificação esteja em conformidade com as melhores práticas de engenharia e construção.

Conforme Raad Júnior (1999), para iniciar o dimensionamento de uma estrutura metálica é fundamental definir para quais fins será utilizada. A finalidade do pavilhão é um fator crucial no dimensionamento da estrutura metálica, pois determina os requisitos específicos de carga, altura, espaço interno e outras características estruturais.

As estruturas metálicas de cobertura estão sujeitas a diversas cargas que devem ser consideradas no projeto para garantir sua segurança e funcionalidade. Essas cargas incluem o peso próprio da estrutura, cargas permanentes como telhas e sistemas de isolamento, cargas variáveis como o vento e a sobrecarga, além de cargas acidentais provenientes de manutenção ou equipamentos instalados na cobertura. De acordo com a NBR 8800 (ABNT, 2024), é fundamental que todas essas ações sejam consideradas de forma combinada, respeitando os estados limites últimos e de serviço, para que a estrutura se mantenha estável e eficiente ao longo de sua vida útil.

2.2 AÇÃO DO VENTO NAS ESTRUTURAS

Segundo Oliveira (2011), os pavilhões, devido às suas grandes dimensões e ao uso frequente em ambientes industriais e comerciais, precisam ser projetados com cuidado para resistir a diversas forças naturais. Entre essas forças, o vento é uma das mais significativas e variáveis. Compreender a ação do vento em pavilhões é essencial para garantir a segurança e a durabilidade dessas estruturas.

Conforme Blessmann (2001), o vento gera pressões variáveis ao redor da estrutura, que dependem da velocidade do vento, da rugosidade do terreno, da topografia e da altura da edificação. Essas forças podem causar tanto pressão, quanto subpressão nas superfícies do pavilhão. Em regiões costeiras ou áreas abertas, onde os ventos podem atingir maiores velocidades, essas forças se tornam ainda mais críticas.

Segundo Pitta (2018), para projetar qualquer tipo de edificação resistente ao vento, é fundamental seguir normas técnicas específicas, como a NBR 6123 (ABNT, 2023). Esta norma fornece diretrizes detalhadas para o cálculo das cargas de vento em edificações. A metodologia envolve a determinação da pressão dinâmica que é fundamentada na velocidade básica do vento para a região em questão. Após essa determinação, são realizados ajustes por fatores de rugosidade e topografia, que levam em consideração as características do terreno e a influência da topografia local. Por fim, coeficientes de pressão são aplicados às superfícies da edificação para refletir a distribuição real das forças do vento, garantindo um projeto mais preciso e seguro.

As seguintes equações fazem parte do cálculo das ações do vento em edificações, que são essenciais para garantir a segurança estrutural contra esse tipo de carregamento. A NBR 6123 (ABNT, 2023) fornece os parâmetros e coeficientes necessários para aplicar essas equações, levando em conta as condições locais e as características do edifício para determinar com precisão as forças de vento que atuam sobre a estrutura.

A Equação 1 é utilizada para calcular a força genérica do vento (F) atuante sobre uma superfície de uma edificação.

$$F = q * C * A * f_v \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

F = força genérica do vento atuante sobre a superfície em (N) (Newtons);

C = coeficiente aerodinâmico de força ou de pressão;

A = área exposta ao vento (m²). Corresponde à área da superfície da edificação que está sujeita à ação do vento;

f_v = fator de vizinhança;

q = pressão dinâmica do vento em [N/m²], que é determinada pela Equação 2;

$$q = 0,613 * VK^2 \quad \text{Eq. 2}$$

Onde:

0,613 = constante empírica para o ar em condições normais;

VK = velocidade característica do vento em [m/s], determinada pela Equação 3.

$$VK = S1 * S2 * S3 * V0^2 \quad \text{Eq. 3}$$

Sendo:

S1 = fator topográfico, que considera a influência da topografia local sobre o vento, como colinas, vales e planícies apresentados na NBR 6123 (ABNT, 2023);

S2 = fator de rugosidade do terreno, conforme as categorias de terreno pré-definidos pela NBR 6123 (ABNT, 2023);

S3 = fator estatístico, que leva em consideração o período de retorno da ação do vento, conforme a NBR 6123 (ABNT, 2023);

V0 = velocidade básica do vento em (m/s), que é determinada pelo mapa de isopletas de acordo com a localização geográfica da edificação, podendo variar a velocidade conforme a região aplicada;

O mapa de isopletas é uma representação gráfica usada para delinear áreas de igual valor de uma variável meteorológica, como pressão, temperatura ou velocidades máximas de vento. Cada linha traçada no mapa conforme da Figura 3 a Figura 5, chamada de isopleta, conecta pontos com o mesmo valor da variável em questão. Essa técnica é amplamente utilizada para entender a distribuição espacial de fenômenos meteorológicos e permite identificar padrões e anomalias climáticas em grandes regiões.

Segundo Vallis (2019), o uso de isopletas é fundamental para visualizar as variações no comportamento dos ventos extremos em diferentes regiões do Brasil, já que ele evidencia áreas de maior ou menor intensidade desses eventos climáticos extremos.

Considerando o exposto até aqui, pode-se dizer que o mapa das isopletas interfere de forma significativa nas ações de vento consideradas sobre as edificações. Neste sentido, os itens a seguir apresentam a atual configuração do mapa de isopletas e outros dois mapas em discussão para atualização na normativa.

2.3.1 Proposta sugerida por Padaratz

O mapa de isopletas proposto por Padaratz (1977) apresenta uma representação gráfica eficaz das variações espaciais da intensidade de um fenômeno, permitindo a visualização contínua entre os pontos de amostragem, conforme a Figura 3, que apresenta o mapa atual utilizado na NBR 6123 (ABNT, 2023). Esse tipo de mapa é particularmente útil em estudos ambientais e geográficos, pois facilita a interpretação de padrões regionais e tendências espaciais, mesmo quando os dados disponíveis são limitados. A contribuição de Padaratz se destaca por sistematizar a aplicação das isopletas na cartografia temática, ampliando seu uso em diversas áreas das ciências naturais e aplicadas.

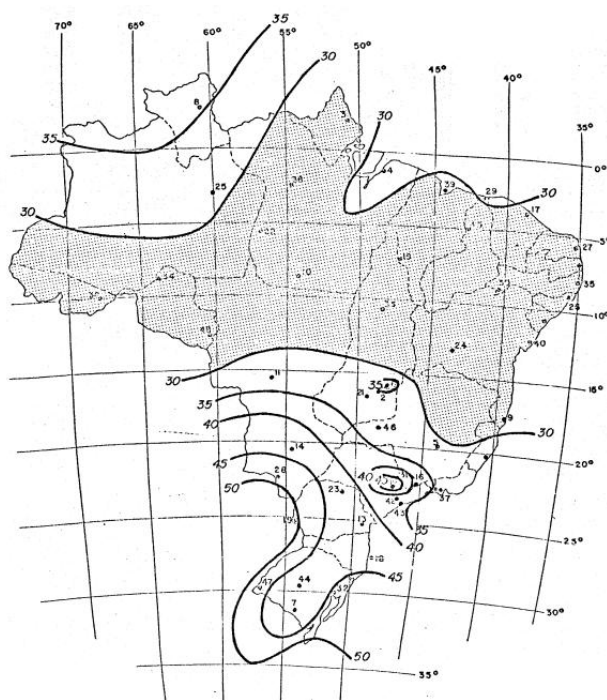


FIGURA 3: Mapa de isopletas atual da NBR 6123.

FONTE: Padaratz (1977)

2.3.2 Proposta sugerida por Vallis

Vallis (2019) destaca a importância dos mapas de isopletas na representação de campos contínuos, como pressão atmosférica e temperatura, ressaltando que esses mapas permitem identificar gradientes e padrões espaciais com maior clareza. O autor considera aspectos fundamentais como a escolha adequada dos intervalos entre as linhas, a interpolação dos dados e a resolução espacial, elementos que influenciam diretamente na precisão e na utilidade da visualização. Além disso, enfatiza a aplicação desses mapas em análises meteorológicas e oceanográficas, onde a leitura precisa das variações espaciais é essencial para

interpretações dinâmicas do sistema terrestre. Com isso, Vallis (2019) desenvolveu um modelo diferente do mapa de isopletas, conforme a Figura 4, com objetivo de apresentar um modelo atualizado.

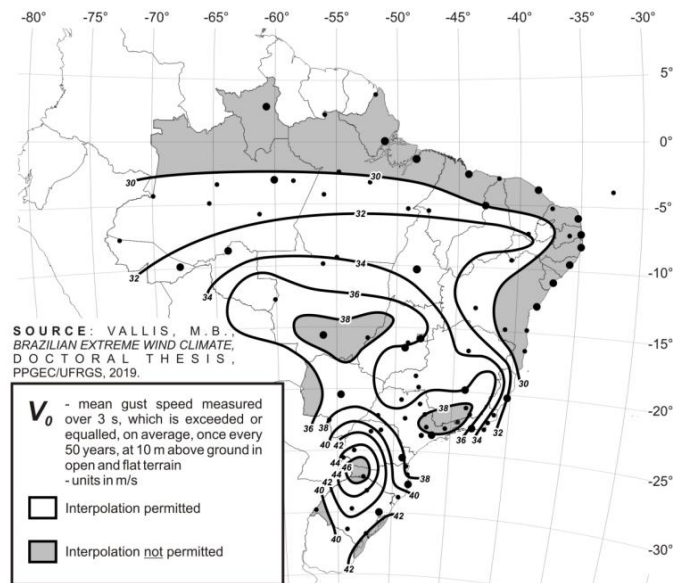


FIGURA 4: Mapa de isopletas proposto por Vallis.

FONTE: Vallis (2019).

2.3.2 Proposta sugerida por Loredou-Souza

Loredou-Souza et al. (2023) desenvolveram um mapa de isopletas de velocidade básica do vento para a NBR 6123, conforme a Figura 5, com base em uma abordagem climatológica robusta, integrando dados mensurados em centenas de estações meteorológicas e nos processos atmosféricos responsáveis por ventos intensos. Eles levaram em conta fenômenos sinóticos e convectivos, como ciclones extratropicais e tempestades severas, para definir regiões climáticas específicas, utilizando essas zonas como base de interpolação dos valores amostrados. Combinando essa classificação com análises estatísticas (como a distribuição de Gumbel) e modelos de regressão matemática, traçaram isopletas, que variam entre aproximadamente 30 e 48 m/s, ampliando a precisão e a utilidade do mapa para aplicações em engenharia estrutural.

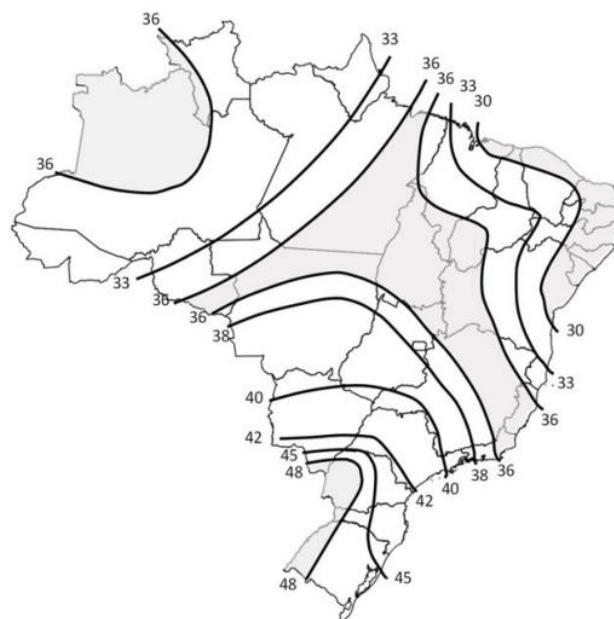


FIGURA 5: Mapa de isopletas proposto por Loredou-Souza.

FONTE: Loredou-Souza et al. (2023).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho apresenta os métodos e procedimentos utilizados na pesquisa, incluindo a caracterização do tipo de pesquisa, o percurso metodológico adotado, conforme apresentado no diagrama na Figura 6, e as técnicas de coleta e análise de dados.

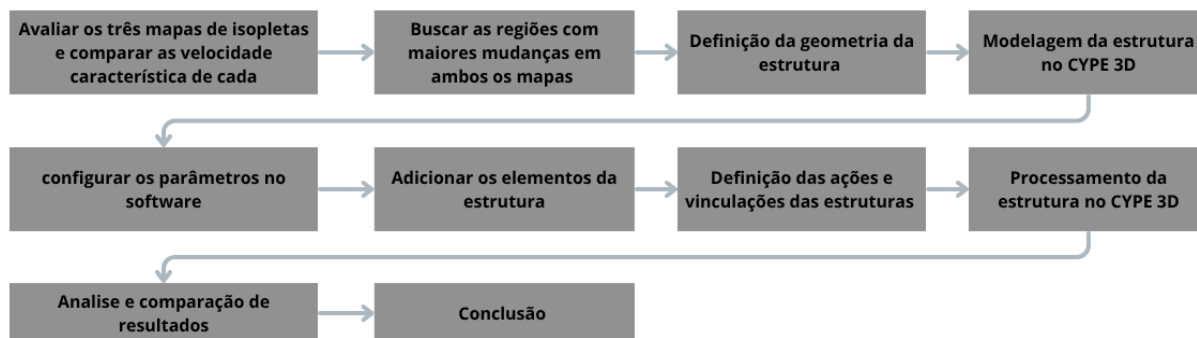


FIGURA 6: Etapas do trabalho.

FONTE: Autoria própria (2025).

A fundamentação teórica aponta que Loredo-Souza et al. (2023) e Vallis (2019), em seus estudos, desenvolveram mapas de isopleias que apresentam velocidades características distintas em comparação com o mapa atual estabelecido pela NBR 6123 (ABNT, 2023). As pesquisas atribuíram essas diferenças a alterações no comportamento meteorológico ao longo do tempo, sugerindo que a variação nas condições atmosféricas impacta diretamente as velocidades do vento aplicáveis a cada região.

Diante dessa constatação, esta etapa do projeto tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre os três mapas — o de Loredo-Souza et al. (2023), o de Vallis (2019) e o da NBR 6123 (ABNT, 2023). A proposta foi avaliar cinco cidades que apresentam diferenças significativas nas velocidades características, conforme a Figura 7, buscando entender as consequências dessas variações para os custos e dimensionamento de estruturas. Essa análise considera que os demais parâmetros técnicos exigidos pela NBR 6123 (ABNT 2023), como fatores de segurança e condições de topografia, permanecem inalterados.



FIGURA 7: Mapa indicando as cinco cidades escolhidas para o trabalho.

FONTE: Autoria própria (2025).

Em seguida, na Tabela 1, estão as cinco cidades com a velocidade básica obtida em cada um dos três mapas, após a comparação entre eles.

TABELA 1: Cidades e suas velocidades características em cada mapa

Cidades	Padaratz (1977)	Vallis (2019)	Loredo-Souza et al. (2023)
Alegrete - RS	47 m/s	40 m/s	48m/s
Atalaia do Norte - AM	30 m/s	30 m/s	36 m/s
Luziânia - GO	35 m/s	36 m/s	38 m/s
Porto Alegre - RS	45 m/s	42 m/s	45 m/s
Santa Vitória - MG	35 m/s	36 m/s	40 m/s

FONTE: Autoria Própria.

Para a modelagem, foi definido como geometria da estrutura um pavilhão com 25 metros de largura e 50 de comprimento, considerando uma estrutura para indústrias, que se constitui de pilares pré-fabricados, com vigas de cobertura treliçadas, com inclinação de 10% considerando o uso de telha trapezoidal de aço. Conforme a Figura 8, observa-se o pórtico principal, em que se evidencia a treliça de Howe adotada para a cobertura. A estrutura será considerada sem a presença de paredes, placas ou qualquer outro tipo de vedação.

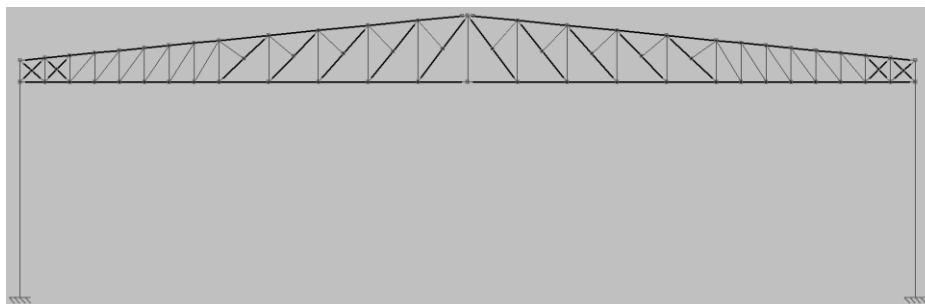


FIGURA 8: Geometria da treliça.

FONTE: Autoria própria (2025).

Para a modelagem, foi feito o lançamento prévio das barras no *software* CYPE 3D, conforme a Figura 9, onde foram introduzidas chapas dobradas dimensionadas conforme a NBR 14762 (ABNT, 2010), formando perfis U, com espaçamento entre pórticos de 5 metros e extensão total de 50 metros.

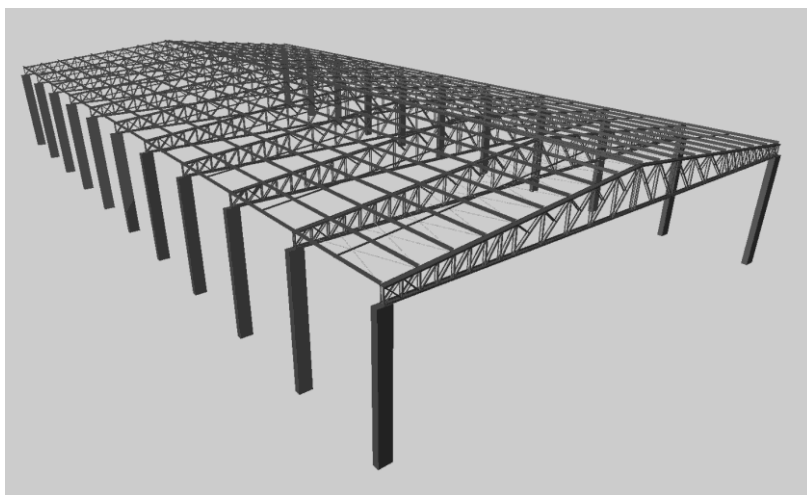


FIGURA 9: Estrutura modelada no CYPE 3D.

FONTE: Autoria própria (2025).

Em seguida, foram adicionados os parâmetros no *software* CYPE 3D. Para os perfis que compõem a cobertura considerou-se aço dobrado com resistência equivalente ao aço ASTM A-36. Com relação às ações permanentes, o peso próprio da estrutura é considerado automaticamente pelo *software*; além disso considerou-se demais cargas permanentes, iguais a $0,6 \text{ kN/m}^2$ conforme a NBR 6120 (ABNT, 2018). Para as ações variáveis, há sobrecarga na cobertura, adotada como $0,25 \text{ kN/m}^2$ conforme exigido para coberturas na NBR 6120 (ABNT, 2018), e a ação do vento. Para o cálculo da ação do vento, utilizou-se o VisualVentos onde foi determinado uma carga para cada velocidade básica de vento encontrada nos três modelos de mapas para cada cidade selecionada, no VisualVentos foi feito da seguinte maneira:

- 1) Geometria da estrutura;
 - a) Largura: 25,00 metros
 - b) Comprimento: 50,00 metros
 - c) Altura: 6,50 metros
 - d) Altura da cobertura: 1,25 metros
 - e) Distância entre pórticos: 5,00 metros
- 2) Velocidade Básica: velocidades apresentadas na tabela 1;
- 3) Fator S1: terrenos planos, $S1=1,00$;
- 4) Fator S2: categoria II e classe B, conforme NBR 6123 (ABNT, 2023), $S2 = 0,96$;
- 5) Fator S3: grupo 2, conforme NBR 6123 (ABNT, 2023), $S3= 1,00$;

Com as cargas definidas e adicionadas, foi processada a estrutura no *software*, onde foram analisadas todas as barras da estrutura e foram feitas adequações até que a estrutura fosse passada por completo. A saber, as combinações das ações foram consideradas de acordo com as premissas do *software* verificadas conforme a NBR 8800 (ABNT, 2024).

Com as estruturas finalizadas foi gerado o relatório no *software*, que apresenta uma estimativa do peso da estrutura de aço, essa estimativa é necessária para um orçamento preliminar da estrutura. Para a estimativa de orçamento, utilizou-se apenas o peso da estrutura e o custo do aço em chapa dobrada conforme o código do SINAPI 00040535 para o aço dobrado e 00043082 para o aço laminado, conforme apresentado na tabela 2. Os valores para este insumo foram extraídos dos dados gerados pela CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, considerando o mês de dezembro de 2024 e as diferentes localidades das estruturas projetadas.

TABELA 2: Valores conforme o SINAPI.

Estado	Valor do Kg do aço dobrado	Valor do Kg do aço laminado
AM	R\$8,59	R\$ 10,00
GO	R\$8,59	R\$ 10,00
MG	R\$7,82	R\$ 9,10
RS	R\$13,06	R\$ 15,20

FONTE: Autoria Própria.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa do estudo, foram apresentados os resultados obtidos a partir da velocidade básica do vento correspondente a cada modelo de mapa, conforme exposto na Tabela 3, que também apresenta a variação em porcentagem dos modelos de mapas sugeridos. Nessa tabela, são listadas as 15 estruturas projetadas, juntamente com os quantitativos de aço utilizados. O aço laminado, empregado principalmente na execução dos tirantes, travamento das terças e mãos francesas, foi quantificado individualmente para cada estrutura. Além disso, foi determinado o quantitativo de aço dobrado, utilizado na composição dos elementos estruturais principais, como banzos, montantes, diagonais e terças. Essa abordagem permitiu uma avaliação comparativa entre as diferentes localidades e seus respectivos impactos no dimensionamento estrutural, considerando as exigências impostas pelas distintas velocidades básicas do vento.

Tabela 3: Resultados parte 1					
Velocidade basica do vento					
Cidade	Modelo de Padaratz	Modelo de Vallis		Modelo de Loredo-Souza	
Alegrete (RS)	47	40	-15%	48	2%
Atalaia do Norte - AM	30	30	0%	36	20%
Luziânia - GO	35	36	3%	38	9%
Porto Alegre - RS	45	42	-7%	45	0%
Santa Vitória - MG	35	36	3%	40	14%
Quantitativo de aço laminado (Kg)					
Cidade	Modelo de Padaratz	Modelo de Vallis		Modelo de Loredo-Souza	
Alegrete (RS)	2477,35	1570,31	-37%	2477,35	0%
Atalaia do Norte - AM	1255,74	1255,74	0%	1570,31	25%
Luziânia - GO	1255,74	1570,31	25%	1570,31	25%
Porto Alegre - RS	1570,31	1570,31	0%	1570,31	0%
Santa Vitória - MG	1255,74	1570,31	25%	1570,31	25%
Quantitativo de aço dobrado (Kg)					
Cidade	Modelo de Padaratz	Modelo de Vallis		Modelo de Loredo-Souza	
Alegrete (RS)	23191,03	17597,37	-24%	23786,15	3%
Atalaia do Norte - AM	11664,41	11664,41	0%	14104,81	21%
Luziânia - GO	13280,08	14104,81	6%	16424,6	24%
Porto Alegre - RS	19980,77	18069,09	-10%	19980,77	0%
Santa Vitória - MG	13280,08	14104,81	6%	17597,37	33%

FONTE: Autoria Própria.

Para uma melhor representação da variação das velocidades básicas de cada modelo de mapa, foi gerado o Figura 10, comparando a velocidade para cada uma das cidades apresentadas no trabalho.

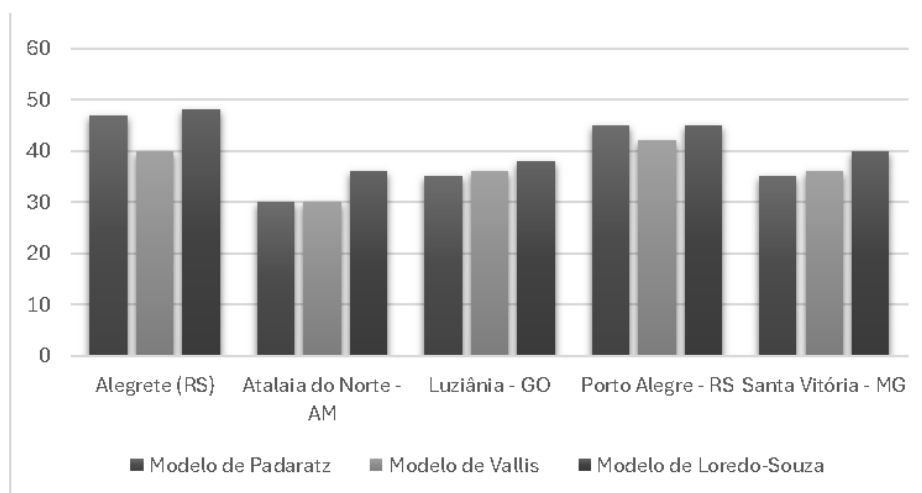


FIGURA 10: Gráfico comparativo dos modelos de mapas.

FONTE: Autoria própria (2025).

Com os quantitativos de aço obtidos, foram calculados o peso total de cada estrutura, o valor total e o percentual que ocorreu no valor e no peso total devido à variação da velocidade básica do vento, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados parte 2					
Peso total da estrutura (Kg)					
Cidade	Modelo de Padaratz	Modelo de Vallis		Modelo de Loredou-Souza	
Alegrete (RS)	25668,38	19167,68	-25%	26263,5	2%
Atalaia do Norte - AM	12920,15	12920,15	0%	15675,12	21%
Luziânia - GO	14535,82	15675,12	8%	17994,91	24%
Porto Alegre - RS	21551,08	19639,4	-9%	21551,08	0%
Santa Vitória - MG	14535,82	15675,12	8%	19167,68	32%
Valor total das estruturas					
Cidade	Modelo de Padaratz	Modelo de Vallis		Modelo de Loredou-Souza	
Alegrete (RS)	R\$ 340.530,57	R\$ 253.690,36	-26%	R\$ 348.302,84	2%
Atalaia do Norte - AM	R\$ 112.754,68	R\$ 112.754,68	0%	R\$ 136.863,42	21%
Luziânia - GO	R\$ 126.633,29	R\$ 136.863,42	8%	R\$ 156.790,41	24%
Porto Alegre - RS	R\$ 284.817,57	R\$ 259.851,03	-9%	R\$ 284.817,57	0%
Santa Vitória - MG	R\$ 115.277,46	R\$ 124.589,44	8%	R\$ 151.901,25	32%

FONTE: Autoria Própria.

Os valores obtidos no peso total da estrutura foram apresentados na Figura 11, para melhor compreensão da variação das estruturas devido à alteração da velocidade básica do vento, que cada modelo apresentou. Com o peso total definido, também foi gerada uma representação gráfica para os valores de cada uma das estruturas projetadas, conforme apresentado na Figura 12.

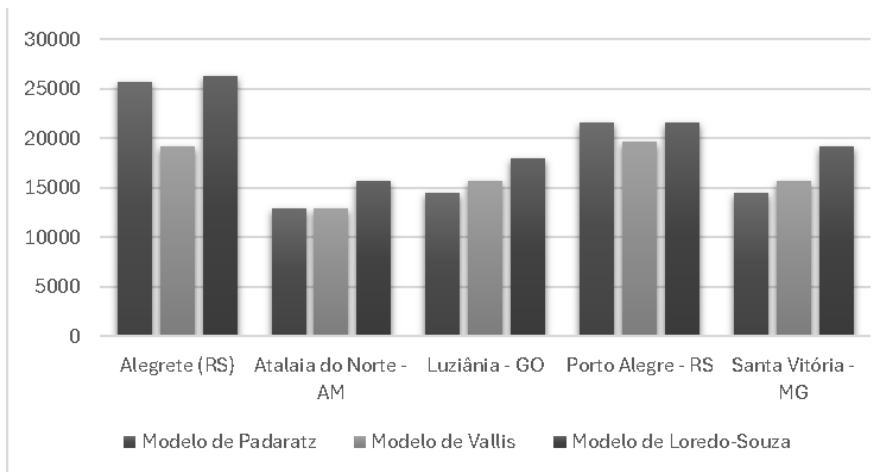


FIGURA 11: Gráfico comparativo do peso de cada estrutura.

FONTE: Aatoria própria (2025).

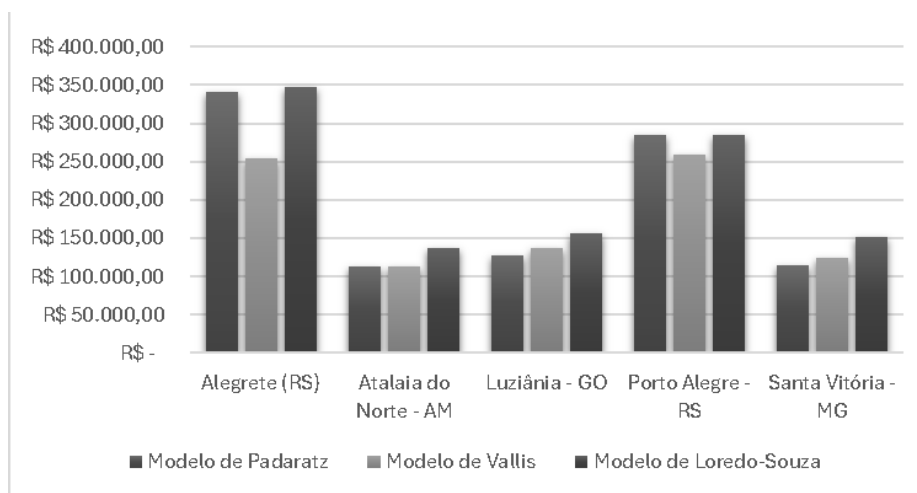


FIGURA 12: Gráfico comparativo do valor de cada estrutura para cada estado.

Fonte: Aatoria própria (2025).

Com todos os resultados obtidos e apresentados, é possível confirmar que a alteração da velocidade básica do vento afeta diretamente nos custos da estrutura em comparação ao atual modelo da NBR 6123 (ABNT, 2023), criado por Padaratz em 1977. No modelo de Vallis (2019), o aumento foi de aproximadamente 8% na cidade de Luziânia-GO, e apresentou uma redução de aproximadamente 26% na cidade de Alegrete-RS. Já no modelo de Loredou-Souza et al. (2023), a maior alteração foi de aproximadamente 24%, também na cidade de Luziânia-GO, sendo que neste modelo não houve redução em nenhuma das cidades estudadas.

As variações identificadas na velocidade básica do vento, conforme os novos modelos comparados à NBR 6123 (ABNT, 2023), têm um impacto significativo na construção civil, especialmente em termos de dimensionamento estrutural e custos de materiais. A alteração da velocidade do vento implica diretamente na magnitude das forças de vento consideradas nos projetos, o que exige maior ou menor quantidade de aço e concreto para garantir a segurança e o desempenho da estrutura.

Assim, revisões nos mapas de isopletas, como as analisadas, representam um fator técnico e econômico crucial no processo de projeto e execução das edificações, reforçando a importância de atualizações normativas baseadas em dados climáticos mais recentes.

Levando em consideração que o modelo de Loredou-Souza et al. (2023) é o mais recente e teve velocidades maiores, seria o mapa ideal para alteração da norma, comparando com o de Vallis (2019), pelo fato de ter apresentado velocidades maiores até mesmo que o modelo atual da norma, devido à segurança estrutural.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa evidenciou que a substituição do mapa de isopletas da NBR 6123 (ABNT, 2023) pode causar impactos significativos no dimensionamento e nos custos de estruturas de pavilhões com sistema híbrido aço-concreto. A comparação entre os mapas de Padaratz (1977), Vallis (2019) e Loredo-Souza et al. (2023) demonstrou que as variações na velocidade básica do vento resultam diretamente em alterações nos esforços de cálculo, no consumo de material e, conseqüentemente, nos orçamentos das estruturas.

Observou-se que, enquanto o modelo de Vallis (2019) proporcionou reduções consideráveis nos custos em determinadas localidades, como Alegrete-RS, o modelo de Loredo-Souza tendeu a aumentar o consumo de aço na maioria das cidades analisadas, refletindo uma abordagem mais conservadora, e baseada em dados climatológicos atualizados.

Esses resultados ressaltam a importância de atualizar os critérios normativos de forma criteriosa, e fundamentada em evidências meteorológicas recentes, considerando a diversidade climática do território brasileiro. Além disso, reforçam a necessidade de que profissionais da engenharia estejam atentos às mudanças normativas, pois estas afetam diretamente a viabilidade técnica e econômica dos projetos. Portanto, este estudo contribui para o debate técnico sobre a revisão da NBR 6123, fornecendo subsídios práticos para decisões normativas e de projeto mais seguras, realistas e alinhadas com a realidade climática atual.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 14762: **Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6120: **Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 6123. **Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 2023.

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.

BLESSMANN, Joaquim. **ACIDENTES CAUSADOS PELO VENTO**. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2001.

CHAVES, Michel Roque. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE SOLUÇÕES ESTRUTURAIS PARA GALPÕES INDUSTRIAIS LEVES**. Universidade Federal de Ouro Preto-Escola de Minas Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Ouro Preto, Março 2007

GOSSMANN, Harvin. **ANÁLISE DE EFEITOS DAS PROPOSTAS DE REVISÃO DO MAPA DE ISOPLETAS DA NBR 6123 EM EDIFÍCIOS**. Universidade do Vale do Taquari/Univates. Lajeado, 2023. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/efb09a34-d2e5-4810-afa8-42182643e6f2/content>

LOREDO-SOUZA, Acir Mércio et al. **A CLIMATOLOGY-BASED WIND SPEED MAP FOR NBR 6123: MAPA DE ISOPLETAS PARA A NBR 6123 COM BASE EM ABORDAGEM CLIMATOLÓGICA**. Revista Ibracon de Estruturas e Materiais, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952023000400001>

OLIVEIRA, LUÍS CARLOS MARTINS. **PROJECTO DE PAVILHÕES E ESTRUTURAS INDUSTRIAIS:** Desenvolvimento de uma Aplicação Informática. FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, PORTO - PT, setembro 2011. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/62008/1/000149619.pdf>.

PADARATZ, Ivo José. **Velocidade Básica do Vento no Brasil.** 1977. Tese – Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1977.

PFEIL, Walter. **Estruturas de Aço:** Dimensionamento Prático. 9. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2022. 627 p. ISBN 978-85-216-3764-6.

PITTA, João Alfredo Azzi. **AÇÃO DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES.** São Carlos: EdUFSCar, 2018.

RAAD JÚNIOR, Antoine Aziz. **DIRETRIZES PARA FABRICAÇÃO E MONTAGEM DAS ESTRUTURAS METÁLICAS.** 1999. 218 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/6285>

VALLIS, Matthew Bruce. **BRAZILIAN EXTREME WIND CLIMATE.** 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/198303/001099204.pdf?sequence=1&isAllowed=>