



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ – UFOPA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ITAITUBA - CITB
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL - BEC**

NÁGILA BRIENNE SILVA DA SILVA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA AÇÃO DO VENTO EM GALPÕES
INDUSTRIAIS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA-PA: UM ESTUDO DE CASO**

**ITAITUBA – PA
2024**

NÁGILA BRIENNE SILVA DA SILVA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA AÇÃO DO VENTO EM GALPÕES
INDUSTRIAIS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA-PA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
curso de Engenharia Civil, para obtenção do grau
de bacharel em Engenharia Civil: Universidade
Federal Oeste do Pará, Campus Itaituba.
Orientador: Luamim Sales Tapajós

**ITAITUBA – PA
2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) da UFOPA
Catalogação de Publicação na
Fonte. UFOPA - Biblioteca Campus Itaituba

Silva, Nágila Brienne Silva da.

Análise da influência da ação do vento em galpões industriais
no município de Itaituba-PA: um estudo de caso / Nágila Brienne
Silva da Silva. - Itaituba, 2024.

39 p.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Oeste do Pará, Campus de Itaituba, Bacharelado em
Engenharia Civil.

Orientador: Luamim Sales Tapajós.

1. Ventos. 2. Galpões industriais. 3. Estruturas - Galpão. I.
Tapajós, Luamim Sales, orient. II. Título.

UFOPA/Biblioteca Campus de Itaituba

CDD 624.175



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ITAITUBA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao décimo dia do mês de maio do ano de dois mil e vinte e quatro, às 14:00h, realizou-se no auditório do Campus Universitário de Itaituba, a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso da discente **Nágila Brienne Silva da Silva**, intitulado **"Análise da influência da ação do vento em galpões industriais no município de Itaituba-PA: Estudo de caso"**, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. Os trabalhos foram conduzidos pelo professor Luamim Sales Tapajós, orientador do discente e presidente da Banca Examinadora, constituída também, pelos membros convidados Andrews Malone Pontes da Costa e Samuel Salomão Gonçalves Bandeira. Após apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso, a Banca Examinadora passou à arguição do discente. Encerrados os trabalhos de arguição, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre a apresentação e defesa oral do discente, considerando-o Cipriano com Nota: 9,9. Proclamados os resultados pelo presidente da Banca, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu Luamim Sales Tapajós, na qualidade de professor orientador do Trabalho de Conclusão de Curso avaliado, lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da Banca Examinadora.

Itaituba - PA, 10 de maio de 2024.

Presidente/orientador(a): Luamim Sales Tapajós

Membro: Samuel S.G. Bandeira

Membro: Andrews Malone Pontes da Costa

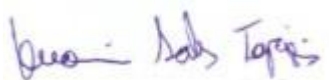
NÁGILA BRIENNE SILVA DA SILVA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA AÇÃO DO VENTO EM GALPÕES INDUSTRIAIS
NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA-PA: UM ESTUDO DE CASO**

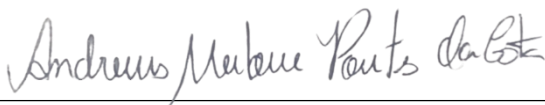
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
curso de Engenharia Civil, para obtenção do grau
de bacharel em Engenharia Civil: Universidade
Federal Oeste do Pará, Campus Itaituba.
Orientador: Luamim Sales Tapajós

Conceito: APROVADA

Data de Aprovação: __10__ / __05__ / 2024



Me. Luamim Sales Tapajós – Orientador
Universidade Federal do Oeste do Para



Esp. Andrews Malone Pontes da Costa
Universidade Federal do Oeste do Para



Me. Samuel Salomão Gonçalves Bandeira
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, por sua constante proteção e orientação ao longo desta jornada. Aos meus pais, Neusa Maria, minha base fundamental nesta vida, agradeço por sempre terem acreditado em minha capacidade. Mãe, você é minha inspiração como mulher: linda, independente, guerreira e simplesmente maravilhosa. Tenho um imenso orgulho de tê-la como mãe e sou muito grata por tudo que fez por mim.

Às minhas irmãs, Nicole e Maria Helena, que são minhas verdadeiras bênçãos, desejo trazer muito orgulho a vocês. E ao meu pai, Edu Matias, Obrigada.

Não posso deixar de mencionar duas mulheres importantes em minha vida, Jessica e Jessiane, que me ensinaram tanto e contribuíram para o meu crescimento pessoal. Obrigada por me acolherem e por estarem sempre ao meu lado. Espero continuar a honrar vocês.

Ao meu parceiro, Marcos Paiva, agradeço por todo o amor e carinho demonstrados. Sua presença e apoio nesta fase final foram essenciais, e sou profundamente grata por tê-lo ao meu lado. Obrigada, meu amor.

À minha grande amiga e parceira de faculdade, Adriele Rego, compartilho minha gratidão por nossa jornada conjunta, pelo apoio mútuo e por nos motivarmos constantemente. Estou muito orgulhosa do que estamos nos tornando. Também dedico todo o meu amor e gratidão à minha amiga e parceira de trabalho, Zeyla Lima, que sempre acreditou em mim e esteve ao meu lado desde o início. Você merece toda a luz do mundo. Obrigada, meninas.

Agradeço também ao meu orientador, Luamin Tapajos, por confiar em meu desempenho e por sua orientação durante todo o processo. Sua confiança foi fundamental para esta conquista.

À minha banca examinadora, expresso minha gratidão ao Sr. Samuel Bandeira, pela sua participação nesta história, e ao Sr. Andrews Malone, cuja dedicação e apoio foram

indispensáveis para que este momento se tornasse realidade. Obrigada por seus conselhos e esforços incansáveis.

Quero também agradecer aos meus amigos da faculdade, Valquiria Santana, Eduardo Aguiar e Patrick Luna, que fizeram parte desta jornada e compartilharam comigo tantos momentos especiais.

Por fim, espero não ter deixado passar ninguém, e expresso minha profunda gratidão a todos que fizeram parte da minha história e contribuíram para este momento. Espero sinceramente ter honrado cada um de vocês. Com todo o meu amor, Nagila Brienne.

RESUMO

Este trabalho constitui um estudo de caso realizado na região de Itaituba, focado na análise da influência do vento em galpões industriais. O objetivo principal é examinar a estrutura desses galpões conforme as normas estabelecidas pela NBR, além de investigar como o vento se comporta dentro dessas estruturas. A metodologia adotada baseou-se nas diretrizes da NBR, combinada com uma análise meteorológica do município para compreender como a estrutura reagiria às rajadas de vento previstas na região. Os resultados indicaram que os dados obtidos ficaram aquém do padrão estabelecido pela norma, sugerindo que o vento desempenhou um papel fundamental nesse cenário. Portanto, é crucial analisar as estruturas de edificação de acordo com as normas e considerar a ação do vento para garantir sua segurança e eficácia.

Palavras-chaves: Influência do vento; Galpões industriais; Rajadas de vento; Estrutural.

ABSTRACT

This paper constitutes a case study conducted in the Itaituba region, focusing on analyzing the influence of wind on industrial warehouses. The main objective is to examine the structure of these warehouses according to the standards established by NBR, as well as to investigate how the wind behaves within in these structures. The methodology adopted was based on NBR guidelines, combined with a meteorological analysis of the municipality to understand how the structure would react to the predicted wind gusts in the region. The results indicated that the data obtained fell short of the standard set by the codes, suggesting that wind played a fundamental role in this scenario. Therefore, it is crucial to analyze building structures according to the standards and consider the action of wind to ensure their safety and effectiveness.

Keywords: Wind influence; Industrial warehouses; Wind gusts; Structural

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVO	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Objetivo Especifico	15
3. JUSTIFICATIVA	15
4. REFERENCIAL TEÓRICO	17
4.1. Análise de Deficiências na Edificação do Galpão em Estudo	17
4.2. Ação do Vento no âmbito da estrutura de Galpões.....	17
4.2.1. Ações locais do Município.....	17
4.2.2. Formas e Proporções da edificação	19
4.3. Análise e aplicação da NBR 6123 em Projetos Estruturais: Diretrizes para resistência às ações do vento	19
4.3.1. Velocidade característica do vento.....	19
4.3.2. Coeficientes Aerodinâmicos Para Edificações Correntes	21
4.3.3. Considerações para o Projeto e Dimensionamento de Estrutura	24
5. METODOLOGIA	25
5.1. Relatório do Galpão	25
5.2. Dados Meteorológicos Clima Tempo	26
5.3. Calculo do vento no Galpão Industrial com dados meteorológicos do município.....	27
6. RESULTADO	34
7. CONCLUSÃO	38
8. REFERÊNCIAS	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:Acidente registrado em outubro de 2021.	12
Figura 2: Acidente registrado em setembro de 2023	13
Figura 3: Modelo de galpão industrial.....	14
Figura 4: Galpão antes do acidente.....	16
Figura 5: Acidente do Galpão industrial.....	16
Figura 6 : Escala Beaufort: Velocidade do Vento e seus Efeitos	19
Figura 7: Linhas isopletas da velocidade básica.....	20
Figura 8: Coeficientes de pressão e de forma, externos:	22
Figura 9: Coeficientes de pressão e de forma, externos.	23
Figura 10:Coeficientes de pressão e de forma, externos ,	23
Figura 11:Coeficientes de pressão e de forma, externos, cobertura A F	24
Figura 12:Viga e Pilar do Galpão	26
Figura 13: Estrutura de sobre apoio.	26
Figura 14: Tabela de Vento do Município de Itaituba - ClimaTempo	27
Figura 15: Medidas para dados do galpão – NBR6123.....	28
Figura 16: Inexistência de fundação.....	34
Figura 17: Corrosão de cobrimento.	35
Figura 18: Ausência de contraventamento.	35
Figura 19: Analise de dados com a normas.....	37

1. INTRODUÇÃO

O vento é um fenômeno da natureza que ocorre quando há o deslocamento das massas de ar devido à diferença de pressão e temperatura e afeta a análise e o dimensionamento de estruturas uma vez que apresenta intensidade e direção variável ao longo do tempo, de acordo com RIBEIRO *et al.* (2013).

No projeto estrutural de edifícios, o vento é fisicamente representado por um perfil de velocidade incidindo em uma edificação. Suas características e os efeitos por ele gerados em um edifício dependem da geometria da edificação, da região, do tipo de terreno e dos obstáculos entrepostos, como comentam TAPAJÓS *et al.* (2016).

Quando se trata de acidentes, a força do vento pode ser um fator determinante. Estruturas mal projetadas ou insuficientemente preparadas para enfrentar ventos intensos estão sujeitas a danos, representando um risco para a segurança pública.

É evidente que no município de Itaituba-PA, a ocorrência de acidentes causados pelo vento tem sido uma constante ao longo dos anos, como mostra a Figura 1, com acidentes estruturais, que ocorreram durante temporais, nos anos de 2021, 2022 e 2023, nos meses de setembro e outubro. A repetição desses incidentes ao longo do tempo destaca a relevância e a recorrência desse fenômeno climático na região.

A compreensão dessa recorrência é fundamental para implementar medidas preventivas e estratégias de mitigação, visando reduzir os impactos causados pelos ventos e garantir a segurança da comunidade local.

Figura 1:Acidente registrado em outubro de 2021.



Fonte: Arquivo Pessoal

Observa-se que os acidentes envolvem, geralmente, galpões industriais e/ou coberturas metálicas, por conta de suas vinculações e peso próprio do material. Vale ressaltar que galpões industriais são amplamente construídos e utilizados no município de Itaituba, por conta da sua versatilidade para diversas atividades: fábricas, oficinas, almoxarifados, depósitos e hangares, além da velocidade de execução, podendo alinhar pilares de concreto armado pré-moldados, com treliças e telhas metálicas para a cobertura, a exemplo do que mostra a Figura 2.

Figura 2: Acidente registrado em setembro de 2023

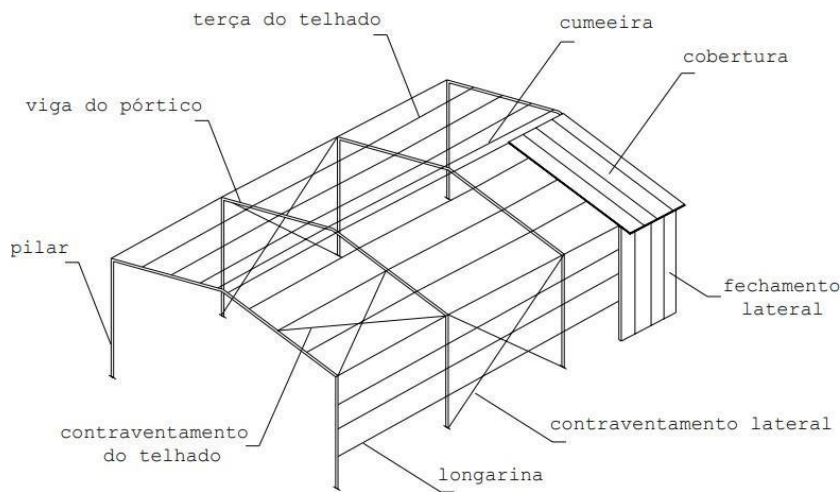


Fonte: Giro Portal, 2023

RIBEIRO et al. (2013) afirmam que para edifícios construídos no Brasil, o vento é, em geral, a ação desestabilizadora mais importante a ser considerada em projeto e a adoção de critérios inadequados pode provocar acidentes estruturais de grandes proporções.

Os edifícios industriais são projetados levando em consideração diferentes ações que atuam sobre eles. As ações permanentes, compostas pelo peso próprio da estrutura e dos materiais de acabamento, são geralmente tratadas de forma direta, dependendo das seções transversais e dos elementos estruturais. Por outro lado, as ações variáveis, como sobrecargas, vento ou outras causas, apresentam desafios adicionais devido à sua dependência do tipo de edificação e sua geometria específica.

Figura 3: Modelo de galpão industrial.



Fonte: Mesquita (2006)

A complexidade no tratamento das ações variáveis destaca a importância de um projeto minucioso e adaptado às condições específicas de cada edifício industrial. A consideração cuidadosa dessas variáveis é essencial para garantir não apenas a estabilidade estrutural, mas também a segurança operacional dessas instalações, especialmente em regiões suscetíveis a condições climáticas desafiadoras, como ventos intensos.

Assim, um estudo avaliando o perfil das construções em galpões industriais no município de Itaituba, bem como avaliando os efeitos das ações climáticas é fundamental para identificar possíveis falhas em projetos e execuções, bem como conscientizar os profissionais da construção civil, buscando evitar que mais acidentes estruturais, em decorrência da ação do vento, aconteçam.

A proposta deste estudo é conduzir uma análise abrangente sobre a influência do vento em um galpão industrial situado no município de Itaituba, Pará. A pesquisa compreende a coleta de dados detalhados acerca do armazém, incluindo suas dimensões, características estruturais e aberturas estratégicas para o fluxo de vento. O galpão em questão foi selecionado como objeto de estudo para uma análise comparativa em relação a outros projetos similares, visando a compreensão aprofundada dos efeitos do vento na sua funcionalidade e desempenho.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Este estudo tem como objetivo analisar a resistência estrutural de um galpão industrial em Itaituba, considerando a ação do vento. A coleta de dados meteorológicos locais permitirá uma avaliação precisa das condições climáticas específicas da região.

2.2. Objetivo Especifico

- Realizar uma coleta detalhada de dados meteorológicos específicos de Itaituba para compreender as características do vento, incluindo intensidade, direção e variações sazonais.
- Identificar e mapear áreas na estrutura do galpão industrial que estão mais suscetíveis a tensões adicionais causadas pelo vento, destacando pontos críticos que demandam atenção específica.
- Comparar os dados meteorológicos obtidos localmente com as normativas vigentes, como a NBR 6123, a fim de avaliar a conformidade da estrutura às diretrizes estabelecidas.
- Contribuições das descobertas de estudos para práticas construtivas que atenda as normalizações no âmbito da engenharia civil, mediante análise da conformidade com a norma NBR para garantia de segurança estrutural em edificações similares.

3. JUSTIFICATIVA

A proposta deste estudo é realizar uma análise abrangente sobre a influência do vento em galpões industriais localizados no município de Itaituba. Isso se torna relevante devido aos incidentes de acidentes ocorridos em galpões na região. Esta pesquisa visa compreender verdadeiramente as causas por trás desses eventos e o impacto do vento sobre eles. A pesquisa compreende a coleta de dados detalhados acerca do armazém, incluindo suas dimensões, características estruturais e aberturas estratégicas para o fluxo de vento.

Figura 4: Galpão antes do acidente.



Fonte: Google Maps (<https://maps.app.goo.gl/q1vgK5jswem7Vq879>)

O galpão em questão foi selecionado como objeto de estudo para uma análise comparativa com as normas brasileiras, com o objetivo de uma avaliação precisa das eventuais disparidades entre as práticas adotadas e os requisitos estabelecidos pelas normas, contribuindo para uma compreensão mais profunda da situação e para possíveis melhorias na segurança e na eficiência do galpão.

A ocorrência de uma pequena ventania expôs os graves erros na estrutura do galpão. A vistoria revelou que a estrutura não atendia aos padrões de segurança necessários, o que culminou no colapso. O empuxo causado pela carga leve foi suficiente para deslocar a estrutura da cobertura para o lado direito. No entanto, devido ao seu vínculo com um galpão pré-existente, a estrutura retornou, resultando na ruptura dos pilares e na deformação da cobertura ao centro.

Figura 5: Acidente do Galpão industrial.



Fonte: Arquivo Pessoal.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. Análise de Deficiências na Edificação do Galpão em Estudo

No contexto da construção civil, a conformidade com normas e padrões técnicos é essencial para garantir a segurança e a durabilidade das estruturas. Neste texto, será explorado a importância das normas técnicas, em particular as normas técnicas NBR 6122:2019 e 6118:1978, que delineiam diretrizes fundamentais para o projeto e a execução de fundações e estruturas de concreto. Através de uma análise crítica, destacaremos como o não cumprimento dessas normativas pode resultar em falhas estruturais significativas, colocando em risco a integridade das edificações e a segurança das pessoas.

A Norma 6122:2019 estipula que a base de uma fundação deve ser posicionada a uma profundidade que assegure a estabilidade do solo de apoio, protegendo-o dos efeitos adversos dos agentes atmosféricos e da água. Nas fronteiras com terrenos vizinhos, exceto quando a fundação for estabelecida sobre rocha, essa profundidade não deve ser inferior a 1,5 m. Durante a inspeção no local, constatou-se a ausência de fundação, contrariando essa recomendação normativa.

Seguindo os preceitos da Norma 6118:2003, a durabilidade das estruturas está intrinsecamente ligada às propriedades do concreto e à espessura e qualidade do revestimento da armadura. Com base nesse princípio, durante a visita realizada, foram encontradas condições de armadura exposta, evidenciando deficiências na prática construtiva.

A Norma 6118:2003 também salienta a importância de identificar, para fins de análise, as estruturas que, devido à sua elevada rigidez, são capazes de resistir à maioria das cargas horizontais, denominadas estruturas de contraventamento. No entanto, após uma análise fotográfica prévia ao colapso, foi identificada a ausência de elementos de contraventamento na estrutura, o que compromete sua estabilidade frente a essas forças horizontais.

4.2. Ação do Vento no âmbito da estrutura de Galpões.

4.2.1. Ações locais do Município

A analisar as ações provocadas pelo vento é de suma importância, uma vez que é incomum que uma rajada de vento resulte no colapso total de uma estrutura de um

armazém. Caso isso ocorra, geralmente é atribuído a falhas de execução.

Segundo Pitta (2001), vento é o movimento das massas de ar causadas por condições de pressão e de temperatura na atmosfera. Sua causa básica é o aquecimento não uniforme da atmosfera, provocado principalmente pelos raios ultravioletas emitidos pelo sol que aquecem a superfície da Terra, emitindo os raios infravermelhos que aquecem a atmosfera. A diferença entre as superfícies, a evaporação da água, sua precipitação e a rotação da Terra produzem massa de ar que originam o vento.

No contexto analisado, é perceptível que o galpão industrial foi projetado com aberturas estrategicamente posicionadas para permitir a circulação do vento. Além disso, conta com colunas pré-moldadas para suporte e uma cobertura de telhado com inclinação de 15%. No entanto, o colapso que ocorreu pode estar relacionado a rajadas de vento, um fenômeno recorrente em determinadas estações do ano.

É importante considerar que a falha no dimensionamento das estruturas dos galpões locais também pode ter sido um fator contribuinte para tais incidentes. Essas falhas estruturais podem ter sido exacerbadas pela combinação de rajadas de vento intensas e possíveis deficiências no projeto ou na execução das estruturas. Essa análise ressalta a importância de realizar um planejamento cuidadoso e uma avaliação minuciosa das condições climáticas locais ao projetar e construir edificações industriais.

A tabela de Beaufort, frequentemente empregada para estimar a velocidade do vento, categoriza o vento com base nos efeitos que ele produz.

Figura 6 : Escala Beaufort: Velocidade do Vento e seus Efeitos

Grau	Velocidade do Vento		Descrição do vento	Efeitos devido ao Vento
	Intervalo (em m/s)	Média aprox. (em km/h)		
0	0,0-0,5	1	calmaria	
1	0,5-1,7	4	aura, sopro	A fumaça sobre praticamente na vertical.
2	1,7-3,3	8	brisa leve	Sente-se o vento nas faces
3	3,3-5,2	15	brisa fraca	Movem-se as folhas das árvores
4	5,2-7,4	20	brisa moderada	Movem-se pequenos ramos. O vento estende as bandeiras.
5	7,4-9,8	30	brisa vida	Movem-se ramos maiores.
6	9,8-12,4	40	brisa forte	Movem-se arbustos.
7	12,4-15,2	50	ventania fraca	Flexionam-se galhos fortes. O vento é ouvido em edifícios.
8	15,2-18,2	60	ventania moderada	Difícil caminhar. Galhos quebram-se, o tronco das árvores oscila.
9	18,2-21,5	70	ventania	Objetos leves são deslocados, partem-se arbustos e galhos grossos, avarias em chaminés.
10	21,5-25,5	80	ventania forte	Árvores são arrancadas, quebram-se os postes telegráficos.
11	25,5-29	95	ventania destrutiva	Avarias severas.
12	29 e mais	105	furacões	Avarias desastrosas, calamidades.

Fonte: Pitta (2001)

4.2.2. Formas e Proporções da edificação

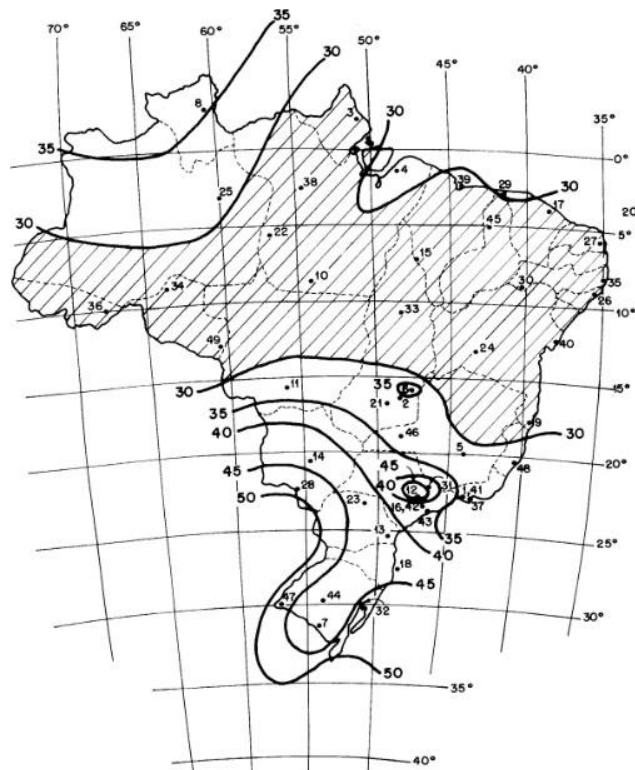
Segundo Blessmann (2009), altas sucções em telhados e nas paredes podem ocorrer dependendo da forma e proporção da edificação. Isso acontece quando o vento sopra paralelamente à estrutura, criando áreas de alta pressão e baixa pressão. A edificação fica sujeita a essas fortes sucções causadas pela diferença de pressão, o que pode resultar em danos significativos.

4.3. Análise e aplicação da NBR 6123 em Projetos Estruturais: Diretrizes para resistência às ações do vento

4.3.1. Velocidade característica do vento

A Figura 9 exibe o gráfico das isopletras da velocidade básica do vento no Brasil, com intervalos de 5 m/s. Geralmente, é assumido que o vento básico pode soprar de qualquer direção horizontal. Neste contexto, vamos considerar a velocidade da norma e realizar os cálculos correspondentes para essa situação, assim como para os dados dos municípios.

Figura 7: Linhas isopletas da velocidade básica



Fonte: NBR 6123;2023

- Velocidade Característico – V_k

A velocidade básica do vento é composta por fatores multiplicativos S_1 , S_2 e S_3 para obter o resultado da velocidade característica. Na norma específica, cada fator é representado por um número de acordo com a edificação. Sua fórmula é dada por:

$$V_k = V_0 . S_1 . S_2 . S_3$$

Onde:

V_k é a velocidade Característico – m/s

S_1 , S_2 e S_3 são os fatores multiplicativos que representam as características específicas da edificação ou localidade.

Essa velocidade permite determinar a pressão dinâmica, que é calculada pela fórmula:

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

Onde:

Q é a pressão dinâmica – N/m²

- Fator topográfico S1

O fator topográfico S1 considera as variações do relevo do terreno e é determinado em duas formas. Nesta situação, ele é:

a) Terreno plano ou fracamente acidentado: S1 = 1,0;

- Fator topográfico S2

O fator topográfico $(S1)$ é considerado por categoria de I até V, em que cada categoria especifica um modo de terreno. Nesta situação, ele é determinado de acordo com a categoria específica do terreno conforme descrito na norma:

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

- Fator topográfico S3

A velocidade do vento é uma variável contínua que pode ser medida em intervalos de tempo diferentes. Geralmente, o intervalo de tempo mais curto usado para medir o vento é de 3 segundos, o que corresponde a rajadas que podem envolver obstáculos de até 20 metros na direção do vento médio. Este intervalo de tempo é adequado para calcular a velocidade média em diversas situações, como para diferentes classes de edificações, partes de edificações e seus elementos. Para esses casos, são usados intervalos de tempo para o cálculo da velocidade média de 3 segundos, 5 segundos e 10 segundos. Portanto, esta situação se encaixa na:

Classe B: Toda edificação ou parte de edificação para a qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal esteja entre 20 m e 50 m.

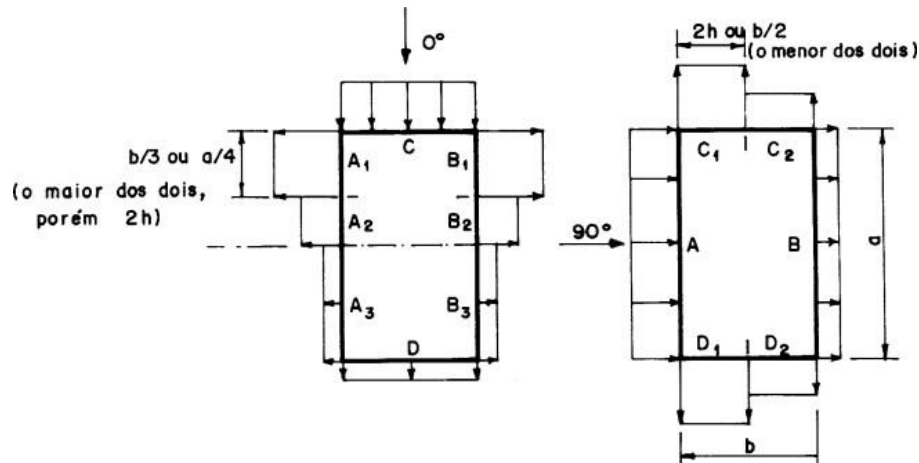
Grupo 2: Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação - 1,00

4.3.2. Coeficientes Aerodinâmicos Para Edificações Correntes

Zonas de alta sucção geralmente se manifestam próximas às arestas de paredes e telhados, cuja localização é influenciada pelo ângulo de incidência do vento, considerando dois ângulos principais: 0° e 90° em relação às superfícies. Nestes

pontos, a velocidade do vento é especialmente relevante. No entanto, essas áreas de alta sucção não ocorrem simultaneamente em todas as zonas mencionadas. Por isso, as tabelas fornecem valores médios de coeficientes de pressão externa para esses diferentes ângulos de incidência.

Figura 8: Coeficientes de pressão e de forma, externos:



Fonte: NBR 6123;2023

Para calcular a fixação de elementos de vedação em peças estruturais, é crucial considerar os fatores S_1 , S_2 e S_3 , juntamente com a velocidade atual do vento. Este procedimento é essencial para garantir a segurança e a eficiência das estruturas diante das forças do vento.

Com base nos resultados do dimensionamento do galpão, será utilizada a figura 11, que direcionará para os coeficientes contidos na tabela mencionada anteriormente. Esses coeficientes fornecerão informações sobre a pressão e a forma externa das paredes de edificações de planta retangular. Essa abordagem é fundamental para garantir a adequada distribuição das cargas de vento e a segurança estrutural do edifício.

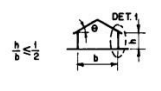
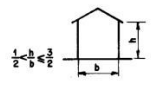
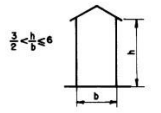
Figura 9: Coeficientes de pressão e de forma, externos.

Altura relativa		Valores de C_{pe} para								C_{pe} médio 
		$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$				
		A_1 e B_1	A_2 e B_2	C	D	A	B	C_1 e D_1	C_2 e D_2	
 0,2 b ou h (o menor dos dois) $\frac{h}{b} \leq \frac{1}{2}$	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$	- 0,8	- 0,5	+ 0,7	- 0,4	+ 0,7	- 0,4	- 0,8	- 0,4	- 0,9
	$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 0,8	- 0,4	+ 0,7	- 0,3	+ 0,7	- 0,5	- 0,9	- 0,5	- 1,0
 $\frac{1}{2} \leq \frac{h}{b} \leq \frac{3}{2}$	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$	- 0,9	- 0,5	+ 0,7	- 0,5	+ 0,7	- 0,5	- 0,9	- 0,5	- 1,1
	$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 0,9	- 0,4	+ 0,7	- 0,3	+ 0,7	- 0,6	- 0,9	- 0,5	- 1,1
 $\frac{3}{2} \leq \frac{h}{b} \leq 6$	$1 \leq \frac{a}{b} \leq \frac{3}{2}$	- 1,0	- 0,6	+ 0,8	- 0,6	+ 0,8	- 0,6	- 1,0	- 0,6	- 1,2
	$2 \leq \frac{a}{b} \leq 4$	- 1,0	- 0,5	+ 0,8	- 0,3	+ 0,8	- 0,6	- 1,0	- 0,6	- 1,2

Fonte: NBR 6123;2023

Após obtermos os resultados do dimensionamento do galpão, podemos determinar os coeficientes de pressão e forma externos para telhados com duas águas, simétricos, em edificações de planta retangular. Utilizando a figura 12, podemos identificar como encontrar esses coeficientes.

Figura 10: Coeficientes de pressão e de forma, externos,

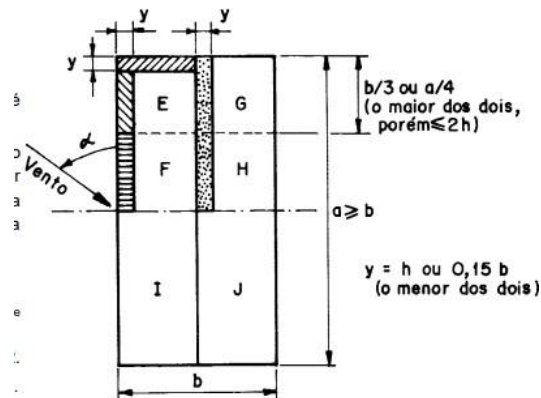
Altura relativa	θ	Valores de C_{pe} para				C_{pe} médio			
		$\alpha = 90^\circ$ (A)		$\alpha = 0^\circ$					
		EF	GH	EG	FH				
	0°	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,9	-0,4	-0,8	-0,4	-1,4	-1,2	-1,2	-1,0
	10°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4	-1,4	-1,4	-1,2
	15°	-1,0	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4	-1,2	-1,2	-1,2
	20°	-0,4	-0,4	-0,7	-0,6	-1,0	-1,0	-1,0	-1,2
	30°	0	-0,4	-0,7	-0,6	-0,8	-0,8	-0,8	-1,1
	45°	+0,3	-0,5	-0,7	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-1,1
	60°	+0,7	-0,6	-0,7	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-1,1
	0°	-0,8	-0,6	-1,0	-0,6	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,9	-0,6	-0,9	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-1,1	-0,6	-0,8	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	15°	-1,0	-0,6	-0,8	-0,6	-1,8	-1,5	-1,5	-1,2
	20°	-0,7	-0,5	-0,8	-0,6	-1,5	-1,5	-1,5	-1,0
	30°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,8	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0
	45°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-1,0
	60°	+0,6	-0,5	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-1,0
	0°	-0,8	-0,6	-0,9	-0,7	-2,0	-2,0	-2,0	--
	5°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	15°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-1,8	-1,8	-1,5	-1,2
	20°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-1,5	-1,5	-1,5	-1,2
	30°	-1,0	-0,5	-0,8	-0,7	-1,5	-1,5	-1,5	-1,2
	40°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,7	-1,0	-1,0	-1,0	-1,2
	50°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-1,2
	60°	+0,5	-0,5	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-1,2

Fonte: NBR 6123;2023

Ao localizar os resultados, podemos associar cada letra da tabela aos valores encontrados. Esses valores serão então utilizados em um software para calcular as cargas sobre a estrutura do telhado, garantindo assim uma análise precisa e segura

da carga de vento sobre o edifício.

Figura 11: Coeficientes de pressão e de forma, externos, cobertura A F



Fonte: NBR 6123;2023

4.3.3. Considerações para o Projeto e Dimensionamento de Estrutura

A recorrência de acidentes, causados pela ação intensa do vento em construções leves, estruturas de postos, galpões e postes elétricos, é uma preocupação notável na região. De acordo com Oliveira (1974), a NBR 6123:2023 desempenha um papel crucial

na garantia da segurança e estabilidade dessas estruturas frente às condições climáticas adversas, contribuindo significativamente para a integridade das edificações.

Nas fases de projeto, as normas recomendam a consideração das velocidades de rajada no dimensionamento estrutural, levando em conta que as estruturas geralmente possuem uma frequência fundamental de vibração superior à frequência natural do vento. A distribuição espacial e temporal da intensidade dos esforços do vento sobre uma estrutura é altamente variável. No entanto, para simplificar o projeto, muitas normas adotam uma abordagem simplificada, substituindo a ação dinâmica do vento por uma carga estática equivalente.

Segundo Elsharawy (2012), mesmo edificações de baixa altura pode ser afetadas pela ação do vento, pois a geometria em planta e a disposição dos pilares podem induzir esforços de torção no pórtico espacial. Portanto, é essencial considerar os efeitos do vento não apenas em estruturas altas, mas também em estruturas de menor altura.

5. METODOLOGIA

A metodologia empregada neste estudo envolveu uma inspeção in loco no armazém industrial localizado em Itaituba, Pará, com ênfase na análise comparativo com a norma e na interação da estrutura com as forças do vento na região

5.1. Relatório do Galpão

No dia 19 de setembro de 2023, ocorreu alguns incidentes durante um dia chuvoso, afetando não apenas os galpões, mas também residências e estabelecimentos comerciais, cujas estruturas das coberturas foram danificadas pelos ventos.

Em 10 de novembro, foi conduzida a primeira inspeção presencial no local. Durante essa vistoria, procedeu-se à limpeza, removendo a maior parte da cobertura danificada para desobstruir o terreno. Nessa análise inicial, foram observados problemas tanto no projeto quanto na execução da estrutura.

O galpão possui dimensões de 20 x 35 metros, totalizando uma área de 700 m². Após uma minuciosa inspeção realizada após o colapso, verificou-se que a estrutura não está em conformidade com diversas normas essenciais. Conforme a a norma técnica NBR 6122:2019 de Projeto e Execução de Fundações, constatou-se a ausência de fundação, o que compromete a estabilidade do edifício. Além disso, em relação à a norma técnica NBR 6118:1978 de Execução de Estruturas de Concreto, foram identificadas deficiências como estruturas expostas e apoiada em uma estrutura já existente. A norma técnica NBR 6123:2023, que trata do contraventamento, corrente e flexal, também foi evidenciada.

Figura 12:Viga e Pilar do Galpão



Fonte: Arquivo Pessoal.

Figura 13: Estrutura de sobre apoio.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Durante a análise, verificou-se que no dia do incidente, em 19 de setembro de 2023, os dados meteorológicos da empresa privada ClimaTempo registraram uma velocidade do vento de 3,77 m/s, o que, embora seja uma velocidade relativamente baixa, foi suficiente para causar o colapso do /galpão devido às suas falhas estruturais.

5.2. Dados Meteorológicos Clima Tempo

Para obter dados meteorológicos, foi conduzido um estudo local e devido à falta de equipamentos, os serviços da Agência Clima Tempo foram contratados. Os dados do vento foram analisados especificamente para o mês de setembro de

2023, um período associado a acidentes estruturais em armazéns industriais, levantando questionamentos sobre a influência do vento ou o dimensionamento adequado das estruturas.

Figura 14: Tabela de Vento do Município de Itaituba - ClimaTempo

Data	Direção Predominante (°)	Velocidade do Vento (m/s)	Rajadas (m/s)
2023-09-13	14.47	2.17	5.12
2023-09-14	24.23	1.87	4.73
2023-09-15	70.56	1.65	4.6
2023-09-16	5.44	1.13	4.17
2023-09-17	90.0	1.72	4.14
2023-09-18	66.25	2.1	4.6
2023-09-19	78.69	1.53	3.77
2023-09-20	3.58	0.7	3.84
2023-09-21	8.75	0.45	3.9
2023-09-22	15.26	0.89	3.8
2023-09-23	45.0	1.79	4.58
2023-09-24	13.62	1.75	4.12
2023-09-25	11.77	1.6	4.07
2023-09-26	21.8	1.11	3.41
2023-09-27	225.0	1.35	3.66
2023-09-28	90.0	0.67	3.95
2023-09-29	76.51	2.07	4.55
2023-09-30	69.45	1.49	3.53

Fonte: Clima Tempo

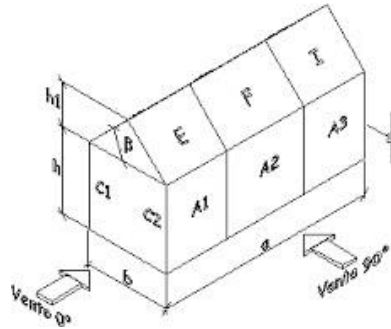
5.3. Cálculo do vento no Galpão Industrial com dados meteorológicos do município

Com base nesses dados, será considerada a maior rajada de vento registrada e no dia do colapso da estrutura, assim como a velocidade do vento prescrita pela norma NBR 6123 para o estado do Pará na região oeste, que é de 38 m/s.

Serão realizados os seguintes procedimentos:

Dados Estrutura Galpão:

Figura 15: Medidas para dados do galpão – NBR6123



Fonte: Tecnologia Engenharia.

- A1 / B1

$$\frac{b}{3} = \frac{20}{3} = 6,66$$

$$\frac{a}{4} = \frac{35}{4} = 8,75 \rightarrow A \text{ maior é } 8,75 - \text{limite } 2h - 2.6 = 12 \text{ m} \rightarrow \text{ok}$$

- C1 / D1

$$2.h = 2.6 = 12 \text{ m}$$

$$\frac{b}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ m} \rightarrow A \text{ menor é } 10 \rightarrow \text{ok}$$

- E / F

$$\frac{b}{3} = \frac{20}{3} = 6,66$$

$$\frac{a}{4} = \frac{35}{4} = 8,75 \rightarrow A \text{ maior é } 8,75 - \text{limite } 2h - 2.6 = 12 \text{ m} \rightarrow \text{ok}$$

Após os cálculos estruturais, a estrutura será dimensionada para suportar as rajadas de vento considerando os seguintes valores:

- Velocidade do vento prescrita pela norma NBR 6123.

- Velocidade Característico – V_k

$$V_K = V_0 . S_1 . S_2 . S_3$$

$$V_K = 38 \times 1,0 \times 0,80 \times 1,0$$

$$V_K = 30,4 \text{ m/s}$$

Pressão dinâmica

$$q = 0,613 . V_K^2$$

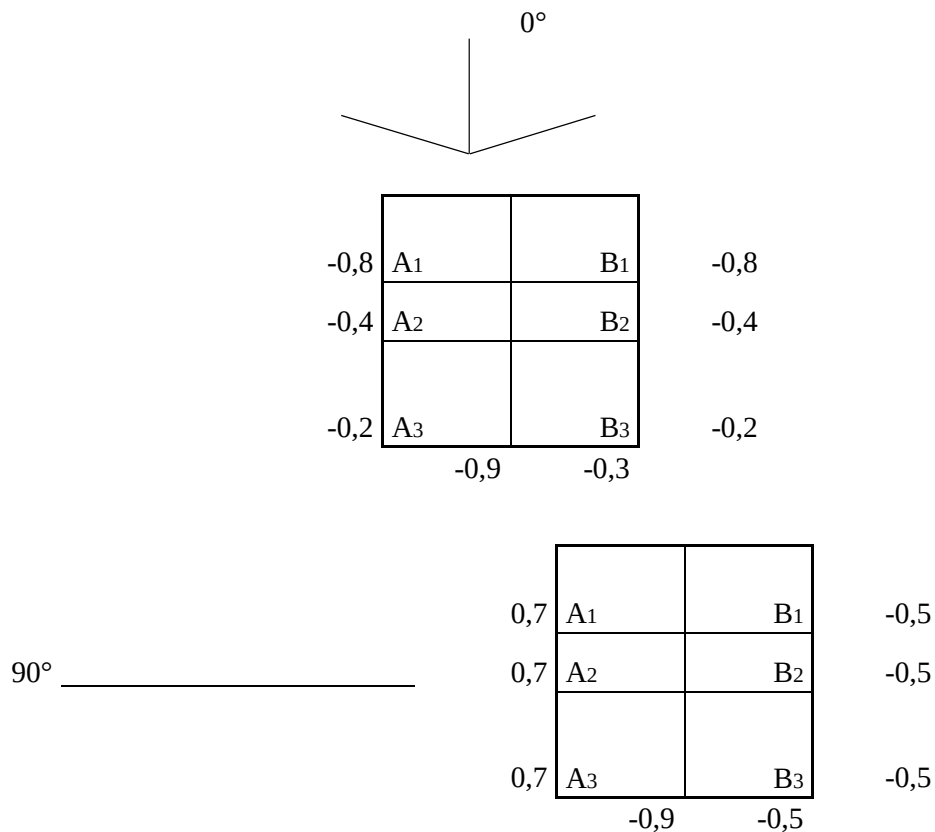
$$q = 0,613 . 30,4^2$$

N

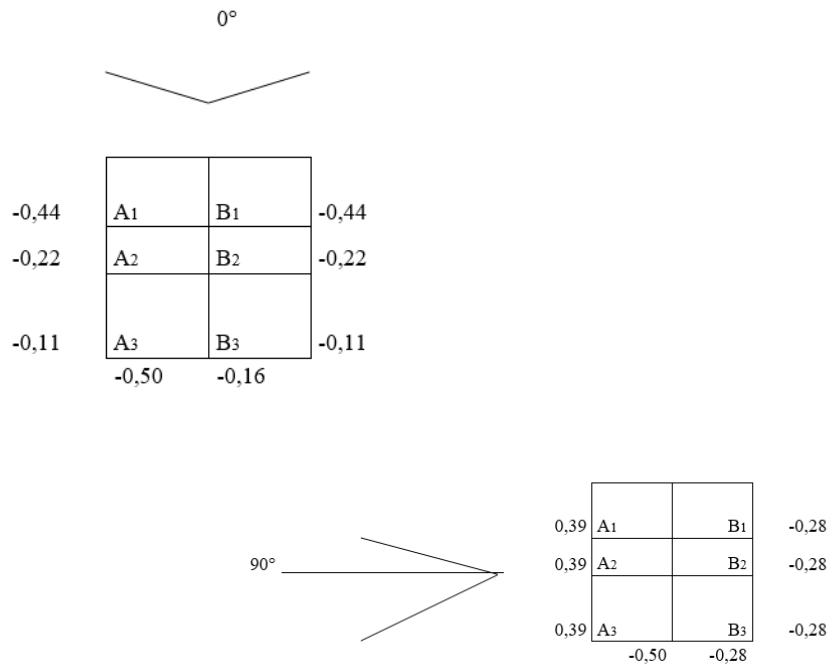
$$q = 566,51 \frac{m}{m^2} \rightarrow 0,56 KN/m^2$$

Para realizar esse passo, é necessário calcular a velocidade característica e a pressão dinâmica, utilizando a norma NBR 6123:2023 e a tabela 11. Através dessa tabela, é possível encontrar os coeficientes de pressão que atuam nos ângulos de 0° e 90° em relação à direção do vento, de acordo com a velocidade do vento. Os coeficientes encontrados serão então utilizados para calcular a pressão dinâmica sobre a estrutura.

Estrutura Pilar



Após encontrar os coeficientes de pressão para os ângulos de 0° e 90° conforme a velocidade do vento utilizando a tabela 9 da NBR 6123:2023, você irá multiplicar esses coeficientes pela pressão dinâmica calculada com a velocidade do vento utilizada. Esse procedimento permitirá determinar a pressão de vento atuante na estrutura em cada direção e em cada ponto de sua superfície.

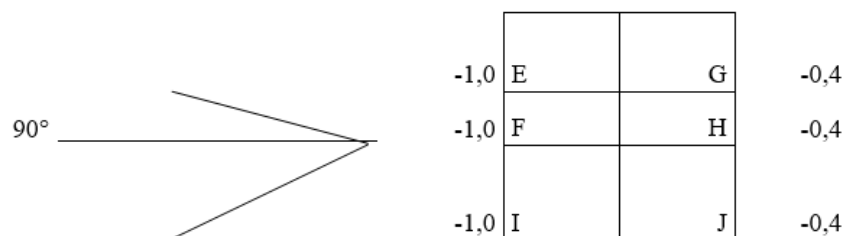
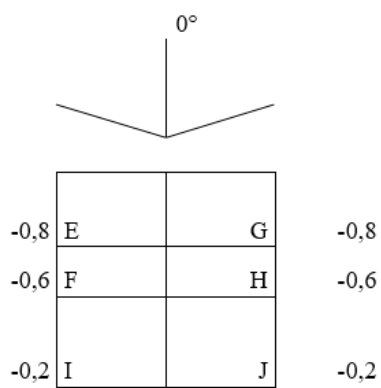


Estrutura Cobertura

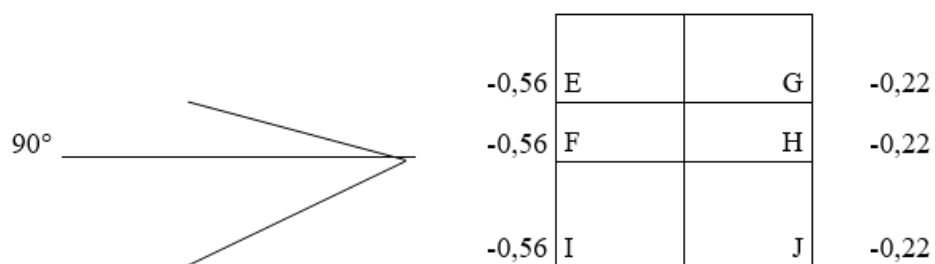
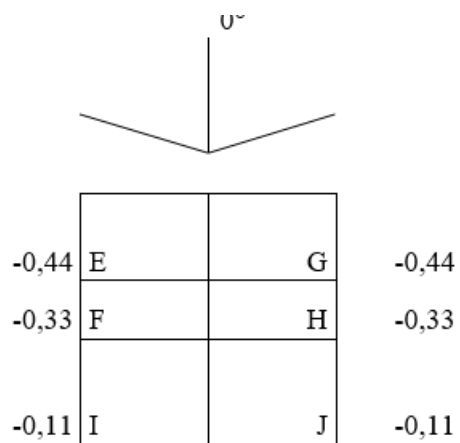
No dimensionamento da cobertura, será adotado um método semelhante ao utilizado anteriormente. Os coeficientes obtidos da tabela 12 serão multiplicados pela pressão calculada para determinar a pressão de vento atuante sobre a estrutura. Este processo é essencial para garantir que a cobertura seja projetada para resistir adequadamente às cargas de vento e manter a integridade estrutural do edifício.

No dimensionamento da cobertura, são realizados os cálculos das cargas E e F para determinar o cobrimento necessário para cada carga sobre a cobertura. Esse cobrimento é essencial para garantir a estabilidade e segurança da estrutura.

Após calcular o cobrimento para cada carga, são adicionados os coeficientes correspondentes à inclinação da cobertura seu ângulo e 15°. Esses coeficientes são fundamentais para ajustar as cargas de vento de acordo com a orientação e inclinação específicas da cobertura, garantindo uma análise precisa e completa do impacto do vento sobre a estrutura.



Recalculando com pressão dinâmica:



- setembro, utilizando o valor mais alto deste período.

A estrutura será dimensionada para suportar as maiores rajadas de vento do mês considerando os seguintes valores:

- Velocidade do vento prescrita pela norma NBR 6123.

- Velocidade Característico – V_k

$$V_K = V_0 . S_1 . S_2 . S_3$$

$$V_K = 5,12 \times 1,0 \times 0,80 \times 1,0$$

$$V_K = 4,096 \text{ m/s}$$

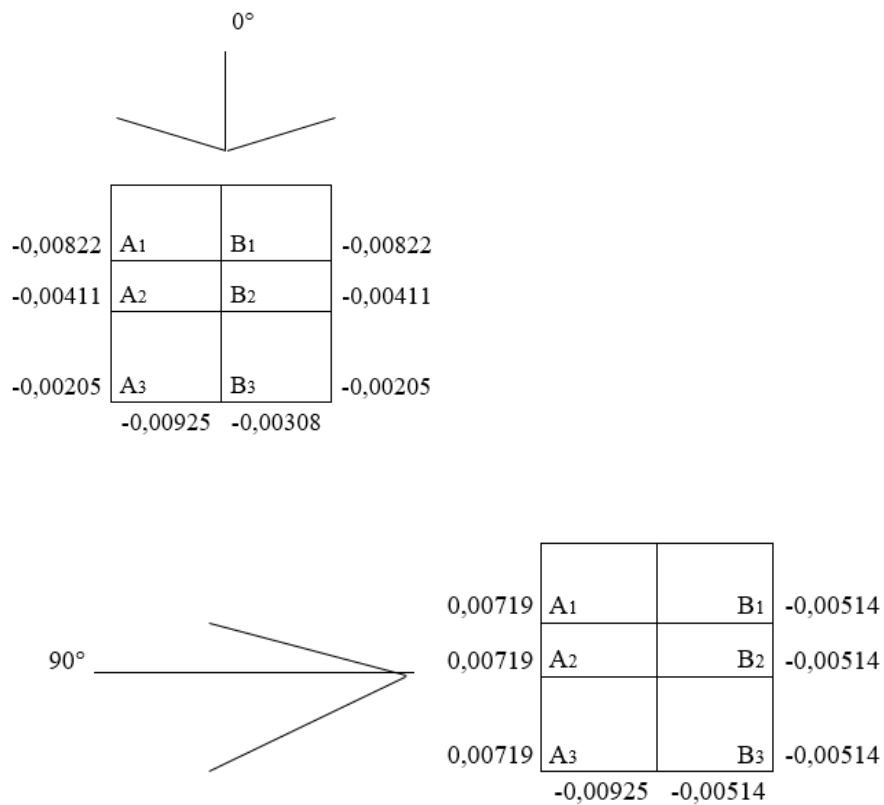
- Pressão dinâmica

$$q = 0,613 . V_K^2$$

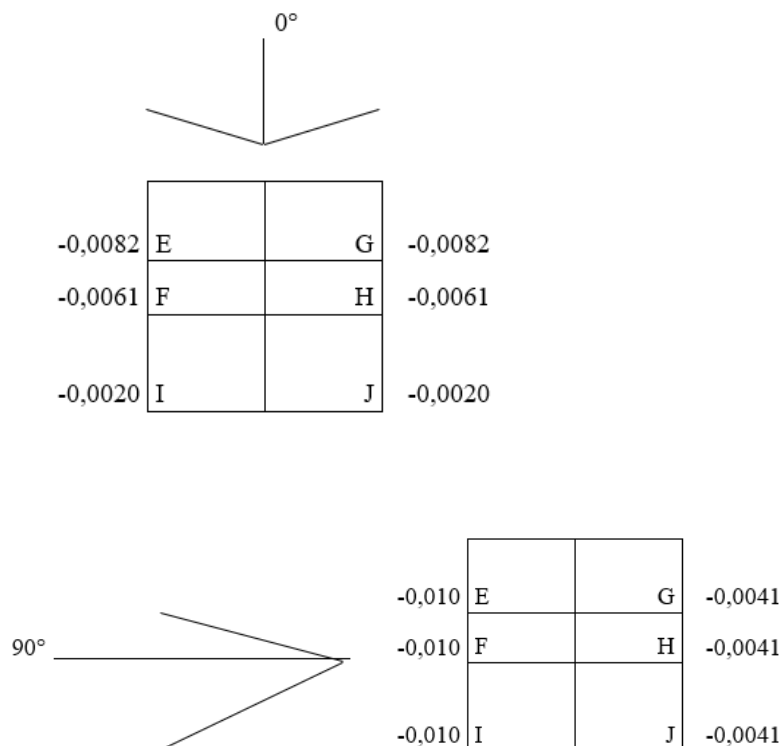
$$q = 0,613 . 4,096^2$$

$$q = 10,28 \frac{N}{m^2} \rightarrow 0,01028 \text{ KN/m}^2$$

Estrutura Edificação



Estrutura Cobertura



- Velocidade do vento registrada no município no dia do acidente.
 - Velocidade Característico – V_k

$$V_K = V_0 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$$

$$V_K = 3,77 \times 1,0 \times 0,80 \times 1,0$$

$$V_K = 3,016 \text{ m/s}$$

- Pressão dinâmica

$$q = 0,613 \cdot V_K^2$$

$$q = 0,613 \cdot 3,016^2$$

$$q = 5,57 \overline{m^2} \rightarrow 0,00557 \text{ KN/m}^2$$

Após verificar que a pressão dinâmica resultante é substancialmente baixa, torna-se evidente que o vento não foi o principal fator contribuinte para o colapso da estrutura. Nesse sentido, é prudente concentrar os ensaios nas outras duas medições de velocidade do vento disponíveis. Isso possibilitará uma análise mais abrangente e precisa dos efeitos do vento sobre a estrutura.

É importante destacar que, devido à baixa pressão dinâmica, para a análise estrutural pode não fornecer resultados satisfatórios. Diante desse cenário,

levantando os possíveis fatores que levaram ao colapso da estrutura, com foco em identificar e corrigir quaisquer deficiências de segurança que possam ter contribuído para o incidente.

6. RESULTADO

A importância das normas em projetos e construção é inegável, pois elas são essenciais para garantir a segurança e a qualidade das edificações. A ausência dessas normas pode resultar em cenários desastrosos, destacando-se que cada norma é elaborada precisamente para atender a necessidades específicas.

Figura 16: Inexistência de fundação.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Por exemplo, na Figura 16 evidencia a ausência de fundação, violando requisito de condições gerais de projeto da norma 6122:2019 trata das fundações, sendo crucial para assegurar a estabilidade das construções. As fundações desempenham um papel fundamental na distribuição segura e eficiente das cargas das estruturas no solo.

Figura 17: Corrosão de cobrimento.



Fonte: Arquivo Pessoal.

Na Figura 17 aponta a corrosão da ferragem exposta, infringindo o requisito da norma sobre durabilidade das estruturas de concreto armado, a norma 6118:2003 estabelece critérios e procedimentos para o projeto de estruturas de concreto armado e protendido. Desde definições gerais até especificações para elementos estruturais como vigas, lajes, pilares e fundações, essa norma é fundamental para garantir a segurança e a durabilidade das estruturas.

Figura 18: Ausência de contraventamento.



Fonte: Google Maps (<https://maps.app.goo.gl/q1vgK5jswem7Vq879>)

Na figura 18, demonstra a ausência de contraventamento revelando a violação da norma 6123:2023 no requisito de estabilidade global da edificação, que aborda a

classificação das edificações em relação à exposição ao vento, determinando as velocidades básicas do vento e calculando as forças resultantes. Esses parâmetros são vitais para proteger as estruturas contra os efeitos prejudiciais do vento, garantindo sua estabilidade.

Ao analisar o colapso de um galpão industrial, é crucial identificar as razões subjacentes desse evento catastrófico, muitas vezes associadas à ausência de elementos essenciais para a sustentação da estrutura. Fatores como a falta de uma fundação adequada, a exposição inadequada dos pilares e a ausência de sistemas de contraventamento emergem como pontos críticos. A não conformidade com as normas pertinentes pode resultar em consequências graves, colocando em perigo vidas humanas e comprometendo o patrimônio envolvido.

Ao considerarmos os cálculos de ventos conforme a norma 6123:2023 e os dados fornecidos pela empresa Clima Tempo, torna-se evidente que a velocidade do vento estabelecida pela norma, de 38 m/s, resulta em valores plausíveis. No entanto, os dados da Clima Tempo, indicando velocidades de vento de 3,77 m/s e 5,12 m/s, geram resultados consideravelmente inferiores para causar um impacto significativo.

Nesse contexto, é imprescindível enfatizar a importância da aderência estrita aos regulamentos e padrões de construção estabelecidos. A observância diligente dessas normas não apenas assegura a segurança das estruturas, mas também salvaguarda a integridade dos ocupantes e a estabilidade do ambiente construído. Portanto, a conformidade rigorosa com as diretrizes estabelecidas deve ser uma prioridade inegociável em todos os estágios do processo de planejamento, projeto e construção, visando sempre à preservação da segurança e à excelência na qualidade das edificações.

A tabela abaixo resume os dados coletados sobre as NBR - (Norma Brasileira) violadas durante a execução do galpão.

Figura 19: Análise de dados com a normas.

PRÁTICAS CONSTRUTIVAS	NBR		FALHAS
FUNDAÇÃO	6122	Na norma 6122, especifica que a fundação reside na sua capacidade de distribuir adequadamente as cargas da estrutura no solo, garantindo a estabilidade e segurança da edificação ao longo do tempo.	Inexistência de fundação.
COBRIMENTO	6118	Na norma 6118, o cobrimento adequado nas estruturas e essencial para proteger o aço da corrosão e garantir a durabilidade e a resistência da estrutura de concreto armado, mantendo-a segurança e funcional ao longo de sua vida útil.	Corrosão de vigas e Rompimento de pilar.
CONTRAVENTAMENTO	6123	Na norma 6123, o contraventamento é fundamental para resistir as ações dos ventos, proporcionando estabilidade e segurança as estruturas contra cargas horizontais.	Ausência de contraventamento.

Fonte: Arquivo Pessoal

7. CONCLUSÃO

Após uma investigação detalhada in loco, foi constatado que um galpão industrial localizado na cidade de Itaituba, no estado do Pará, não teve o vento como a causa direta do colapso estrutural, mas sim como um catalisador para o início e evolução do colapso. A análise de dados revelou que falhas na construção estiveram na raiz do incidente.

A falta de um projeto estrutural adequado se destacou como um ponto crucial para entender o ocorrido. Ao analisar a estrutura como um todo, foi observado que várias práticas e erros construtivos violaram normas brasileiras de regulamentação técnica.

De acordo com a norma NBR 6122:2019, que trata do Projeto e Execução de Fundações, verificou-se que as fundações da edificação em questão não estavam de acordo com os padrões estabelecidos, ou seja, a ausência total da fundação em questão, o que contribuiu para a falha construtiva.

Além disso, a norma NBR 6118, referente ao Projeto de Estruturas de Concreto, foi violada devido à exposição inadequada das ferragens e à falta de apoio próprio da edificação em relação a uma já existente.

A ausência de elementos de contraventamento e de corrente e frechal, conforme descrito na norma NBR 6123:2023, que trata das Forças devidas ao vento em edificações, também foi identificada como uma deficiência significativa. Estes elementos são essenciais para suprir as necessidades das forças geradas pelo vento e para fortalecer a estrutura da cobertura.

Ao confrontar os dados da análise com as normativas brasileiras que regem a engenharia civil, tornou-se evidente que a ação do vento não foi a causa fundamental do colapso. Em vez disso, a ausência de um projeto estrutural que cumprisse as especificações normativas foi identificada como o principal fator contribuinte para o incidente.

É importante ressaltar que um projeto estrutural adequado, em conformidade com as normas técnicas, é fundamental para garantir a segurança e a integridade das edificações.

8. REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6123: **Forças devidas ao vento em edificações**. Rio de Janeiro, 2023. Acesso em: 5 dez. 2023.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6122: **Projeto e Execução de Fundações**. Rio de Janeiro, 2019. Acesso em: 10 abr. 2024.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro, 2003. Acesso em: 10 abr. 2024.

BLESSMANN, J. **Ação do Vento em Telhados**. Porto Alegre, Ed. SAGRA, 1991. 215 p. Acesso em: 10 abr. 2024.

ELSHARAWY et al. Wind-induced torsional loads on low buildings. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**. V. 104-106, pp. 40-48, 2012. Acesso em: 5 dez. 2023.

Giro Portal. **Chuva com fortes ventos derruba galpões, placas publicitárias, danifica residências e afeta energia elétrica em Itaituba**.

Disponível em: <https://www.giroportal.com.br/noticias/13164-chuva-com-fortes-ventos-derruba-galpoes-placas-publicitarias-danifica-residencias-e-afeta-energia-eletrica-em-itaituba>.

Acesso em: 10 abr. 2024.

GOOGLE MAPS.(2024),**Localização Itaituba**, Disponível em: <https://maps.app.goo.gl/q1vgK5jswem7Vq879>. Acesso em: 10 abr. 2024.

PITTA, J. F. A. **Ações Devido ao Vento em Edificações**. São Carlos: UfSCar, 2001. 47p. (Série Apontamentos) Acesso em: 5 dez. 2023.

RIBEIRO, R.J.C.; SACRAMENTO, P.V.P.; TAPAJÓS, L.S.; MACÊDO, A.N.; OLIVEIRA, D.R.C.; FERREIRA, M.P. **Influência da Ação do Vento no Dimensionamento de Pilares de Edifícios de Concreto**. **Anais do 55º Congresso Brasileiro do Concreto, Gramado**, 2013. Acesso em: 5 dez. 2023.

TEMPO, CLIMA. **Dados meteorológicos de Itaituba-pa**. In: **Dados meteorológicos de Itaituba-pa**. [S. l.], 5 dez. 2023. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/>. Acesso em: 5 dez. 2023. Acesso em: 5 dez. 2023.

TAPAJÓS, L.S.; FERREIRA, J.A.T.; LIMA NETO, A.F.; TEIXEIRA, M.R.;

FERREIRA, M.P. **Effect of wind in the design of reinforced concrete buildings**. **IBRACON Structures and Materials Journal**, V. 9, N. 6, 2016. Acesso em: 5 dez. 2023.