

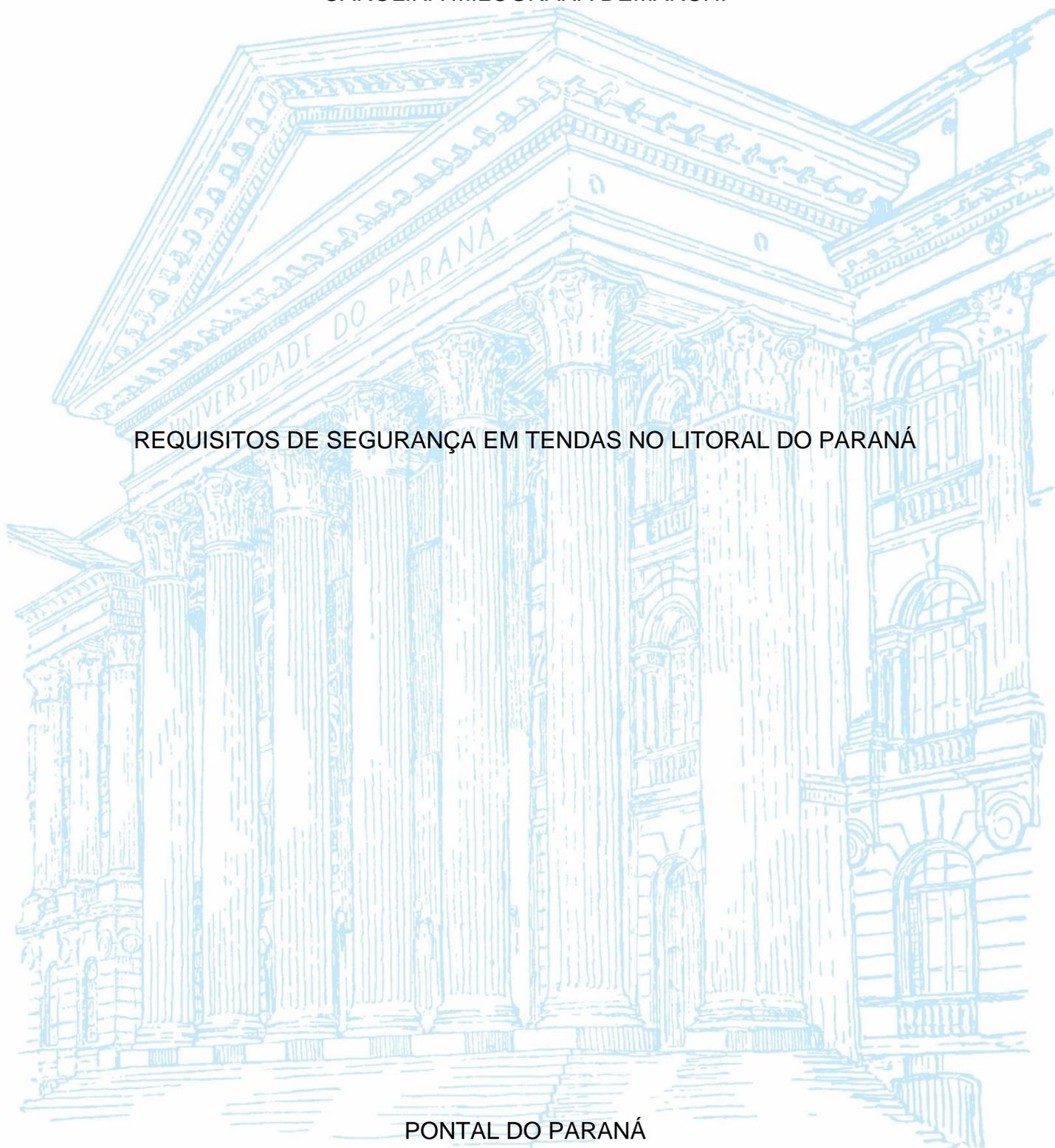
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINA MILOGRANA DEMARCHI

REQUISITOS DE SEGURANÇA EM TENDAS NO LITORAL DO PARANÁ

PONTAL DO PARANÁ

2023



CAROLINA MILOGRANA DEMARCHI

## REQUISITOS DE SEGURANÇA EM TENDAS NO LITORAL DO PARANÁ

Projeto apresentado como requisito parcial à conclusão da disciplina TCC II do Curso de Engenharia Civil do Campus Avançado Pontal do Paraná – Centro de Estudos do Mar, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Dr. Henrique Machado Kroetz

PONTAL DO PARANÁ

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ATA DE REUNIÃO

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Carolina Milograna Demarchi

**“REQUISITOS DE SEGURANÇA EM TENDAS NO LITORAL DO PARANÁ”**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos membros:

Prof. Dr. Henrique Machado Kroetz

Prof. Orientador - CPP-CEM/UFPR

Prof. Dr. Carlos Eduardo Rossigali

CPP-CEM/UFPR

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elisangela do Prado Oliveira

CPP-CEM/UFPR

Pontal do Paraná, 07 de dezembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **HENRIQUE MACHADO KROETZ**,  
**PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 07/12/2023, às 16:51, conforme art. 1º, III,  
"b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS EDUARDO ROSSIGALI**,  
**PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 07/12/2023, às 17:34, conforme art. 1º, III,  
"b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **ELISANGELA DO PRADO OLIVEIRA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/12/2023, às 13:57, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador

**6224030** e o código CRC **3D5CE204**.

---

**Referência:** Processo nº 23075.075225/2023-46

Aos meus pais, Sirley e Wanderley, pelo amor, carinho e dedicação que me transformaram na pessoa que sou hoje.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, que sempre me motivaram a estudar e jamais me deixaram desistir dos meus sonhos e ao meu irmão, Eduardo, por me alegrar e me encorajar a viver todos os dias. A toda a minha família, tios e primos, que mesmo distantes sempre se mantiveram presentes me apoiando nesta jornada. Vocês sempre serão a minha base e não há palavras que possam descrever o quanto sou grata por tê-los em minha vida.

Aos meus amigos, Agrichio, Jessica, Matheus e Natã, que entre idas e vindas sempre se fazem presentes, obrigada pelos momentos incríveis que passamos juntos e por serem um dos pilares que me mantiveram de pé nos últimos anos, me animando, me tranquilizando e me distraíndo dos problemas da vida, principalmente nos anos sombrios da pandemia.

As minhas grandes companheiras de faculdade, Caroline, Jaine e Paola, que estão presentes desde o primeiro dia desta trajetória, me ajudando a concluir cada etapa da vida acadêmica com esmero. A força e o estímulo de vocês me incentivaram a estudar todos os dias nos últimos 6 anos e me fizeram chegar até aqui.

A Laura e a Larissa pela ajuda na obtenção de alguns dados para a realização deste trabalho e pela amizade que eu jamais imaginei que aconteceria. Vocês também são peça chave para a minha evolução e motivação nesses anos e um grande presente que a faculdade me deu.

Ao meu orientador Prof.<sup>o</sup> Dr. Henrique Machado Kroetz, pela orientação e apoio neste trabalho e por todos os ensinamentos e desenvolvimento ao longo do curso.

Aos demais professores e funcionários do Centro de Estudos do Mar e a todos os amigos e pessoas que cruzaram meu caminho durante essa jornada, vocês, com toda a certeza, mudaram a minha vida!

“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou, mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”.

Abraham Lincoln

## RESUMO

As tendas metálicas são estruturas modulares frequentemente utilizadas em eventos no litoral paranaense com fins de atração turística e que reúnem milhares de pessoas. Para que esses eventos sejam realizados, a montagem e a estabilização dessas tendas devem seguir diversas normas técnicas que preconizam a segurança das estruturas e, conseqüentemente, daqueles que usufruirão do espaço disponibilizado por elas. Dessa forma, neste trabalho, buscou-se verificar os requisitos de segurança requeridos em instruções técnicas, bibliografias e normas internacionais e brasileiras, como a ABNT 15926-2, que tratam da estabilidade de estruturas temporárias como tendas de eventos, além de analisar as medidas dos componentes estruturais e seus equipamentos de segurança como travas, esticadores e âncoras. Realizaram-se visitas a uma empresa fornecedora de tendas na cidade de Pontal do Paraná, para verificar as dimensões dos componentes estruturais, e em 5 (cinco) locais onde as tendas estavam instaladas no litoral do Paraná, para analisar como é feita a ancoragem em diferentes tipos de solo. As análises foram feitas de maneira visual, com registros fotográficos e uso de trena para coleta de eventuais medidas. Ao final, percebeu-se que os elementos das tendas analisadas possuem um padrão de fabricação, tal qual era esperado por serem construções modulares, e seguem as condições impostas pelas normas de segurança. Além disso, foram observados outros métodos de estabilização para casos em que as instruções determinadas pelas normas parecem insuficientes para assegurar a estabilização da tenda.

Palavras-chave: Estruturas Metálicas. Tendas. Segurança de Estruturas.

## **ABSTRACT**

Metal tents are modular structures frequently used in events on the coast of Paraná for tourist attraction purposes which bring together thousands of people. For these events to be held, the assembly and stabilization of such tents must follow several technical standards that advocate the safety of the structures and, consequently, of those who will use the space provided by them. Therefore, in this work, we sought to verify the safety requirements required by ABNT 15926-2, which deals with the stability of temporary structures such as event tents, in addition to analyzing the measurements of structural components and their safety equipment such as locks, stretchers and anchors. Visits were made to a tent supplier company in the city of Pontal do Paraná, to check the dimensions of the structural components, and to 5 (five) locations where the tents were installed on the coast of Paraná, to analyze how anchoring is done in different types of soil. The analyzes were carried out visually, with photographic records and the use of a measuring tape to collect any measurements. In the end, it was noticed that the elements of the tents analyzed have a manufacturing standard, as expected as they are modular constructions, and follow the conditions imposed by safety standards. Furthermore, other stabilization methods were observed for cases in which the instructions determined by the standards seemed insufficient to ensure the stabilization of the tent.

**Keywords:** Metallic Structures. Tents. Structural Safety.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Medidas de coordenação modular .....	21
Figura 2: Tenda bolha .....	23
Figura 3: Tenda piramidal calhada .....	24
Figura 4: Tenda piramidal sem calha .....	25
Figura 5: Tenda sanfonada .....	25
Figura 6: Tenda tensionada.....	26
Figura 7: Âncora de vara .....	35
Figura 8: Aplicação de cargas de vento .....	37
Figura 9: Coeficientes aerodinâmicos ( $\alpha$ ) para estruturas convencionais .....	38
Figura 10: Âncora do tipo vara .....	42
Figura 11: Âncora de terra Duckbill do tipo peso.....	42
Figura 12: Corda de nylon Vonder .....	43
Figura 13: Cabo de aço 1/8 Pol.....	43
Figura 14: Mão francesa .....	44
Figura 15: Largura do pilar da tenda 10x10 m.....	48
Figura 16: Espessura da treliça da tenda 5x5 m. ....	48
Figura 17: Comprimento da calha da tenda de 5x5 m.....	49
Figura 18: Medida do comprimento da âncora de vara .....	49
Figura 19: Medida da espessura da âncora de vara .....	50
Figura 20: Medida do comprimento da mão francesa .....	50
Figura 21: Pinos conectores.....	52
Figura 22: Pés de sustentação da tenda 5x5m .....	53
Figura 23: Treliça da tenda 5x5m calhada .....	53
Figura 24: Treliça da tenda 10x10m tensionada .....	54
Figura 25: Treliça da tenda 10x10m piramidal .....	55
Figura 26: Pilares de sustentação da tenda 10x10m. ....	55
Figura 27: Calhas da tenda de 10x10m .....	56
Figura 28: Treliça da tenda 5x5m sem calha.....	56
Figura 29: Mão francesa das tendas 5x5m e 10x10m.....	57
Figura 30: Âncoras de vara .....	58
Figura 31: Esticador em tenda 5x5m.....	59
Figura 32: Tenda 5x5m calhada em Ipanema - Pontal do PR.....	60

Figura 33: Mão francesa para tenda 5x5m calhada .....	60
Figura 34: Âncora penetrada em superfície de concreto.....	61
Figura 35: Tenda 5x5m sem calha em Ipanema – Pontal do PR. ....	62
Figura 36: Mão francesa para tenda de 5x5m sem calha .....	62
Figura 37: Âncora penetrada em superfície de areia grossa.....	63
Figura 38: Tenda 10x10m em Ipanema - Pontal do PR. ....	64
Figura 39: Mão francesa para tenda de 10x10m calhada .....	64
Figura 40: Ancoragem em superfície de areia fina.....	65
Figura 41: Cunha de madeira.....	65
Figura 42: Tenda 10x10m piramidal e calhada em Pontal do Sul – PR. ....	66
Figura 43: Sistemas de ancoragem e travamento em tenda 10x10m piramidal.....	67
Figura 44: Ancoragem em solo pedregoso .....	67
Figura 45: Tenda 10x10m tensionada e calhada, em Paranaguá - PR.....	68
Figura 46: Ancoragem em solo asfáltico .....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Especificações técnicas para tendas locadas na cidade de Matinhos - PR. .....	22
Quadro 2: Especificações técnicas para tendas locadas na cidade de Guaratuba - PR. ....	22
Quadro 3: Coeficientes de ponderação das ações no estado-limite último (ELU) ....	30
Quadro 4: Fator de segurança contra capotamento, deslizamento e elevação.....	32
Quadro 5: Coeficientes de fricção $\mu$ .....	33
Quadro 6: Cargas de vento .....	37
Quadro 7: Fatores para cabo de fibra sintética (de acordo com EN ISO 1141, EN ISO 1346 e EN ISO 1969) .....	39

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	CONTEXTO.....	15
1.2	OBJETIVOS .....	16
1.2.1	Objetivo geral .....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	JUSTIFICATIVA.....	16
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1	HISTÓRICO DO AÇO.....	18
2.2	CONSTRUÇÕES MODULARES .....	19
2.2.1	Coordenação modular para edificações .....	20
2.2.1.1	Espaços de coordenação e espaços modulares de elementos e componentes construtivos.....	20
2.2.1.2	Medidas de fabricação de um componente modular .....	20
2.3	TENDAS: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	21
2.3.1	Tenda bolha.....	23
2.3.2	Tenda piramidal.....	23
2.3.2.1	Tenda piramidal calhada .....	23
2.3.2.2	Tenda piramidal sem calha.....	24
2.3.3	Tenda sanfonada.....	25
2.3.4	Tenda tensionada.....	26
2.4	SEGURANÇA E ESTABILIDADE DA ESTRUTURA .....	26
2.4.1	Equipamentos de parques de diversão ABNT NBR 15926/2023-2 .....	27
2.4.1.1	Princípios de análise.....	27
2.4.1.2	Verificação estrutural pelo método dos estados limites.....	28
2.4.1.3	Fadiga.....	30
2.4.1.4	Verificação de estabilidade.....	31
2.4.2	EN 13782/2005 - Norma Europeia sobre Estruturas Temporárias .....	36
2.4.2.1	Cargas de vento .....	37
2.4.2.2	Cabos, cordas, correntes e dispositivos de segurança.....	38
2.4.2.3	Procedimentos para aprovação, exame e testes.....	39
2.4.3	Sistemas de ancoragem e travamento .....	39
2.4.3.1	Âncora de terra .....	41

2.4.3.2	Esticadores.....	42
2.4.3.3	Mão francesa.....	43
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>45</b>
3.1	MÉTODO DE PESQUISA.....	45
3.1.1	Classificação do estudo.....	45
3.1.2	Planejamento do estudo.....	45
3.1.2.1	Revisão bibliográfica.....	45
3.1.2.2	Delimitação da pesquisa.....	46
3.1.2.3	Inspeção visual.....	46
3.1.2.4	Análise dos componentes construtivos e ancoragem ao solo.....	47
3.1.2.5	Organização e apresentação dos resultados.....	51
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES.....</b>	<b>52</b>
4.1	MEDIDAS DOS COMPONENTES ESTRUTURAIS.....	52
4.1.1	Tenda 5x5m piramidal calhada.....	52
4.1.2	Tenda 10x10m piramidal e tensionada - calhada.....	54
4.1.3	Tenda 5x5m piramidal sem calha.....	56
4.2	SISTEMAS DE SEGURANÇA.....	57
4.2.1	Mão francesa.....	57
4.2.2	Âncora de vara.....	58
4.2.3	Esticadores.....	58
4.3	ANCORAGEM EM DIFERENTES TIPOS DE SUPERFÍCIES.....	59
4.3.1	Tenda 5x5,.....	59
4.3.1.1	Superfície de concreto.....	59
4.3.1.2	Superfície de concreto (paver).....	61
4.3.2	Tenda 10x10m.....	64
4.3.2.1	Superfície arenosa fofa.....	64
4.3.2.2	Superfície de cascalho.....	66
4.3.2.3	Superfície asfáltica.....	68
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>70</b>
5.1	CONCLUSÕES.....	70
5.2	RECOMENDAÇÕES.....	70

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTO

Nos últimos anos, o Brasil se tornou ponto estratégico para grandes espetáculos. Além da Copa 2014 e das Olimpíadas na cidade do Rio de Janeiro/RJ, em 2016, o País já recebeu grandes festivais, concertos de artistas internacionais e também realiza grandes exposições e feiras agropecuárias periodicamente (RODRIGUES, 2015). Os eventos temporários são acontecimentos de especial interesse público ou privado, que ocorrem em um período predeterminado e, pela concentração de pessoas em um espaço físico construído ou preparado para aquela atividade, expõem a sociedade, o patrimônio e o meio ambiente a riscos (OLIVEIRA, 2022).

Em geral, a realização de eventos exige a reserva de espaços públicos e instalações provisórias (barracas, tendas, palcos, banners, etc.). Essas estruturas temporárias são fixadas em um espaço, por curto período de tempo, geralmente até o fim da realização de determinado evento, com finalidade específica (OLIVEIRA, 2022).

Para a realização de diversos eventos um dos itens mais procurados para compra ou aluguel são as tendas. A tenda serve como uma espécie de abrigo e possui diversas vantagens, entre elas a facilidade de montagem e mobilidade, além de ser um equipamento econômico comparado a outros meios de abrigo. São muito versáteis, podem ser encontradas em diversos tamanhos e dimensões, ainda com possibilidade de expansão e personalização para cada espaço, adequando-se muito bem a qualquer tipo de evento, de todos os portes, pequenos ou grandes (CAMP TENDAS, 2023). A tenda é uma espécie de barraca desmontável e assim como as demais estruturas existentes em um evento seu processo construtivo também evoluiu, com isso, alguns detalhes de segurança merecem atenção (OLIVEIRA, 2022).

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Abordar os requisitos de segurança para tendas de eventos propostos em bibliografias, normas brasileiras e internacionais e fazer um estudo de caso comparando-os com os métodos de segurança utilizados por empresas do Litoral do Paraná.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Compilar os tipos de estacas e demais sistemas de travamento utilizados para manter estruturas de tendas imóveis;
- Identificar os requisitos de segurança que as normas nacionais e internacionais propõem para tendas de eventos;
- Apresentar um estudo de caso sobre os materiais de proteção que as empresas locais utilizam para obter os requisitos de segurança;
- Realizar o comparativo entre o que é proposto na teoria e o que é feito na prática para verificar a confiabilidade do uso das tendas em eventos no litoral.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O setor de eventos constitui-se em segmento importante para o turismo, atraindo crescentes investimentos e contribuindo de forma expressiva para a promoção da imagem do Brasil no exterior e para uma crescente profissionalização dos serviços (PDITS, 2011, p. 93).

No Litoral do Paraná, apesar da diversidade de festas, comemorações e campeonatos esportivos, os eventos ocorrem, em sua grande maioria, em espaços abertos, como praias, praças, quadras esportivas, ou nas ruas (PDITS, 2011, p. 93). Isso demonstra a necessidade dos organizadores desses eventos procurarem estruturas modulares com facilidade de montagem e desmontagem, em sua maior parte constituídas de aço e com possibilidade de reaproveitamento, como as tendas piramidais.

Por sua vez, o uso desse método de construção passa por provações climáticas. Segundo Reboita et al. (2012 apud Amorim et al., 2020) a faixa litorânea da região Sul/Sudeste do Brasil é uma região favorável para a formação de ciclones, ressaltando a ocorrência de ventos fortes, precipitação e diminuição da temperatura na formação desses sistemas meteorológicos.

Sendo assim, considerando que um dos pilares que rege o turismo no litoral paranaense são os eventos locais e que há grande instabilidade climática nesta região, é de suma importância que se identifiquem os requisitos de segurança que as estruturas utilizadas devem apresentar, bem como que se verifique se a prática corrente está adequada com aquilo que as normas técnicas preconizam.

Outra característica interessante para apresentarmos este tema é a não abordagem dessas estruturas em cursos de graduação, podendo servir como uma referência aos que se interessarem pelo assunto.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

As coberturas temporárias têm como finalidade a execução de áreas cobertas para eventos, hangares provisórios, armazenagem de materiais ou qualquer outra atividade provisória. Existem diversos tipos e modelos de coberturas temporárias leves para estes tipos de atividades. As de maior porte são mais conhecidas como galpões e as de menor porte são chamadas de tendas. Essas construções são fabricadas em aço, constituídas de sistemas estruturais compostos por pórticos regularmente espaçados, com cobertura superior apoiada em sistemas de terças e vigas ou tesouras e treliças (CARVALHO, 2012).

### 2.1 HISTÓRICO DO AÇO

O primeiro material siderúrgico empregado na construção foi o ferro fundido. Entre 1780 e 1820 construíram-se pontes em arco ou treliçadas, com elementos em ferro fundido trabalhando a compressão. Em meados do século XIX, declinou o uso do ferro fundido em favor do ferro forjado, que oferecia maior segurança. As obras mais importantes construídas entre 1850 e 1880 foram pontes ferroviárias em treliças de ferro forjado (PFEIL e PFEIL, 2021).

O aço já era conhecido desde a Antiguidade. Não estava, porém, disponível a preços competitivos por falta de um processo industrial de fabricação. O inglês Henry Bessemer inventou, em 1856, um forno que permitiu a produção do aço em larga escala, a partir das décadas de 1860/1870. Em 1864, os irmãos Martin desenvolveram outro tipo de forno de maior capacidade. Desde então, o aço rapidamente substituiu o ferro fundido e o forjado na indústria da construção (PFEIL e PFEIL, 2021).

Em 1939, coube às universidades, entre elas a Cornell University, sob orientação do professor George Winter, desenvolver pesquisas sobre elementos estruturais leves em perfis de aço, formados por chapas dobradas a frio. Tais pesquisas foram patrocinadas pelo American Iron and Steel Institute (AISI). O conhecimento adquirido, deu origem, em 1946, à primeira edição de Especificações para projeto de elementos estruturais em perfis leves, do American Iron and Steel Institute (AISI) (MOLITERNO e BRASIL, 2015).

No Brasil, a indústria siderúrgica foi implantada após a Segunda Guerra Mundial, com a construção da Usina Presidente Vargas da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda, Rio de Janeiro. O parque industrial brasileiro dispõe atualmente de diversas usinas siderúrgicas, com capacidade de fabricar produtos para estruturas de grande porte (PFEIL e PFEIL, 2021).

De acordo com Moliterno e Brasil (2015), a primeira norma de aço vigente no Brasil foi a NB-137, editada com base nas especificações da AISI-1956. Desde então, diversas normas sobre composição, dimensionamento e segurança para estruturas de aço foram lançadas de modo a aprimorar a eficiência do material no país.

## 2.2 CONSTRUÇÕES MODULARES

A construção offsite, ou construção modular, é uma técnica industrial que consiste na produção de componentes de edificações, por meio de elementos fabricados fora do canteiro, e que são posteriormente transportados e montados no local desejado. Particularmente, para as construções modulares, os módulos são produzidos em conjunto e de forma compatível com todos os elementos construtivos, ou seja, as partes que configuram a construção são padronizadas de modo a serem encaixadas de diversas formas, tendo as dimensões de seus módulos customizáveis para se adaptar de acordo com a necessidade (RODRIGUES e FERREIRA JUNIOR, 2021).

A coordenação dimensional modular possibilita racionalizar as dimensões dos componentes construtivos sem a necessidade de cortes e ajustes, reduzindo a variedade de dimensões e formas. Desse modo, os elementos estruturais tornam-se intercambiáveis entre si, facilitando sua posterior montagem e combinação (FREIRE, 2006).

Para Vuolo (2021, p. 32), o conceito de construção modular ainda é muito novo, e vem gerando grandes transformações na construção civil. Como o próprio nome revela, a construção ocorre através de módulos individuais que são fabricados em linhas de montagem padronizadas, lembrando, de maneira simplista, os encaixes de Lego. É possível utilizar esse método em edifícios inteiros e outras grandes construções, agregando diversas técnicas que integram aço, madeira, concreto, dentre outras.

Logo, surgiram normas que delimitam esse método construtivo, como a norma NBR 15873/2010, que trata da coordenação modular e sua multiplicidade, visando promover a compatibilidade dimensional entre elementos construtivos (definidos nos projetos das edificações) e componentes construtivos (definidos pelos respectivos fabricantes), permitindo racionalizar processos definindo os termos, o valor do módulo básico e os princípios da coordenação modular para edificações (ALMEIDA, 2015).

## **2.2.1 Coordenação modular para edificações**

### **2.2.1.1 Espaços de coordenação e espaços modulares de elementos e componentes construtivos**

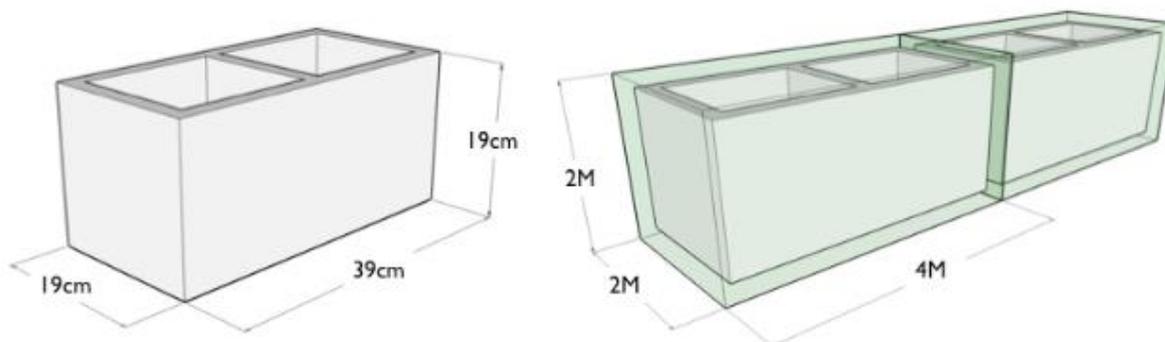
O espaço ocupado por um elemento ou componente denomina-se espaço de coordenação. Ele inclui o elemento ou componente propriamente dito e as folgas perimetrais requeridas em razão de suas deformações (mecânicas, térmicas ou por umidade), suas tolerâncias (de fabricação, marcação e montagem), seu processo de instalação e seus materiais de união com componentes ou elementos vizinhos (ABNT NBR 15873, 2010).

### **2.2.1.2 Medidas de fabricação de um componente modular**

De acordo com Oliveira (2015) a Coordenação Modular adota do módulo básico (100mm), buscando compatibilizar componentes produzidos por indústrias diversas e encontrados a pronta entrega no mercado da construção civil. No entanto, essa compatibilização não impede que tais componentes sejam conciliados com componentes fabricados sob medida ou até mesmo com componentes produzidos artesanalmente no canteiro de obras.

O princípio básico da coordenação modular é que o espaço total ocupado por qualquer elemento ou componente em um espaço construtivo será múltiplo de 10 cm nas três dimensões, sendo este o módulo básico adotado internacionalmente, e indicado pela letra M. Pode-se adotar como exemplo o bloco da Figura 1, que possui medidas nominais de 19x19x39cm, mas o espaço a ele reservado na construção é de 20x20x40cm, isto é, 2x2x4M, fazendo com que o elemento se encaixe e possa ser formulado no espaço disponível. (KAPP et al., 2008).

Figura 1: Medidas de coordenação modular



Fonte: Kapp et al., 2008.

O espaço ocupado por um elemento ou componente não é idêntico ao seu tamanho ou componente. Este pode variar conforme a temperatura, os esforços a que o componente está sujeito, as tolerâncias de fabricação e outros fatores. O que importa, para a coordenação modular, é a medida do espaço necessário ao componente, já incluídas folgas de instalação, juntas, tolerâncias, deformações, dilatações etc. (KAPP et al., 2008).

Em conjuntos modulares são admitidas quaisquer medidas e composições geométricas, desde que sejam indicadas as menores medidas modulares resultantes e os componentes para complementação do espaço modular correspondente (ABNT NBR 15873, 2010).

Desse modo, podemos aplicar o conceito de coordenação modular para as tendas de eventos, visto que seu modo organizacional e a composição dos seus elementos se adequa nas especificações vigentes, como será visto nas seções 2.3 e 4.1.

### 2.3 TENDAS: ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As tendas para os eventos locais da cidade de Matinhos – PR devem se enquadrar nas especificações dispostas no Quadro 1, seguindo escopo do edital Nº 125/2018 da Prefeitura Municipal de Matinhos – PR, cujo objeto é a contratação de empresa para locação de tendas e similares (MATINHOS, 2018).

Quadro 1: Especificações técnicas para tendas locadas na cidade de Matinhos - PR.

TENDAS EM FORMATO DE PIRÂMIDE	
Dimensão (m)	Especificações Técnicas
3 x 3	Estrutura em ferro na cor branca, pilares com 20 cm de largura e 3 m de altura, podendo ser alongado em até 50 cm de comprimento, com cobertura em lona térmica branca sustentada por uma estrutura denominada aranha que é constituída por 8 barras de ferro.
5 x 5	Estrutura em ferro na cor branca, pilares com 20 cm de largura e 3 m de altura, podendo ser alongado em até 50 cm de comprimento, com cobertura em lona térmica branca sustentada por uma estrutura denominada aranha que é constituída por 8 barras de ferro.
10 x 10	Estrutura em ferro na cor branca, pilares com 20 cm de largura e 3 m de altura, podendo ser alongado em até 50 cm de comprimento, com cobertura em lona térmica branca sustentada por uma estrutura denominada aranha que é constituída por 8 barras de ferro.

Fonte: edital Nº 125/2018 (Matinhos, 2018).

Em comparação, o edital Nº 009/2022 da Prefeitura Municipal de Guaratuba, cujo objeto é a contratação de empresa especializada na prestação de serviços de locação de tendas mensal e semanalmente, aceita as especificações técnicas para tendas dispostas no Quadro 2:

Quadro 2: Especificações técnicas para tendas locadas na cidade de Guaratuba - PR.

TENDAS EM FORMATO DE PIRÂMIDE	
Dimensão (m)	Especificações Técnicas
3 x 3	Estrutura metálica tubular reforçada com material de maior espessura nos pontos de tensionamento e ruptura; pé - direito de 3,00 a 5,00 m de altura. Revestimento em lona resistente, impermeável, com blackout solar e alça para canalização de água, cor branca.
5 x 5	Estrutura metálica tubular reforçada com material de maior espessura nos pontos de tensionamento e ruptura; pé - direito de 3,00 a 5,00 m de altura. Revestimento em lona resistente, impermeável, com blackout solar e alça para canalização de água, cor branca.
10 x 10	Estrutura metálica tubular reforçada com material de maior espessura nos pontos de tensionamento e ruptura; pé - direito de 3,00 a 5,00 m de altura. Revestimento em lona resistente, impermeável, com blackout solar e

alça para canalização de água, cor branca.

Fonte: edital N° 009/2022 (GUARATUBA, 2022)

Apesar da semelhança entre as especificações técnicas exigidas pelas duas prefeituras litorâneas, ainda há uma subdivisão entre os tipos de tendas existentes no mercado, conforme detalhado nas seções 2.3.1 a 2.3.4.

### 2.3.1 Tenda bolha

De acordo com a fabricante de tendas RV2 (2023), a tenda bolha constitui-se por: 11 arcos de altura central de 8m e vão livre total com área interna que vai de 201m<sup>2</sup> a 370m<sup>2</sup>, existindo a possibilidade de agregação de até dois módulos extensores de 5m em 5m cada um, o que proporciona praticamente o dobro da área interna. É importante ressaltar que esse tipo de tenda possui fabricação sob medida.

Figura 2: Tenda bolha



Fonte: Tendias RV2, 2023.

### 2.3.2 Tenda piramidal

#### 2.3.2.1 Tenda piramidal calhada

O portal tendas RV2 (2023) traz as seguintes especificações sobre esse material: é montada por meio do encaixe e unida com parafusos e conexões em aço inoxidável. Calha em chapa de 2,0mm; travamentos nas chapas 2,0mm; pés perfil 100x100 na chapa 2,0mm; lona com trama reforçada. Disponíveis nos tamanhos: 3x3 a 10x10m.

Já a vendedora Mundial Tendas (2023) possui uma descrição técnica um pouco diferente da citada acima, sendo: tenda calhada com pés de 3m, pés enrijecidos: 150x150mm na chapa 14, calhas 150x40mm na chapa 14, varões 80x40mm na chapa 14. A estrutura de aço é cortada e soldada em sistema mig e galvanização de alta resistência, sendo todas as partes unidas por um encaixe e fixadas por parafusos em aço anodizado. Sapatas para fixação no solo em chapa #3/16.

A Mundial Tendas deixa claro que as tendas podem ser fabricadas sob medida, sendo as mais padronizadas: 03 x 03 m, 05 x 05 m e 10 x 10 m.

Figura 3: Tenda piramidal calhada



Fonte: Mundial Tendas, 2023.

#### 2.3.2.2 Tenda piramidal sem calha

A Camp Tendas (2023) traz as seguintes especificações técnicas sobre esse tipo de estrutura: fabricada em dimensões 3x3m, 4x4m, 5x5m, 6x6m, 8x8m, 10x10m, 10x15m, 10x20m, 20x40m, 30x40m, extensão ilimitada; pé direito lateral de 2,50m a 5,0m; altura central de 4,50m a 7,50m; vão livre até 10 metros, com opção de portas corrediças frontais e laterais; estrutura de aço galvanizada a fogo, ou com pintura epóxi na cor alumínio, tratamento antiferrugem; fixação no solo através de pontaletes de ferro, sapatas, cintas-catracas ou cabos de aço.

Figura 4: Tenda piramidal sem calha



Fonte: Tendas RV2, 2023.

### 2.3.3 Tenda sanfonada

As tendas sanfonadas são indicadas em eventos que exigem maior rapidez e agilidade, sendo que o tempo de montagem chega a ser inferior a um minuto. Apenas duas pessoas realizam o procedimento de instalação, sem a necessidade de montar peças, pois a lona já vem fixada na estrutura (TENDAS PARANÁ, 2022).

São dimensionadas de acordo com as seguintes especificações: estruturas em aço galvanizado (anti-ferrugem), os pés de sustentação são reguláveis (com altura de 1,85m a 2,05m) e possuem suporte nos quatro lados para auxiliar na fixação ao solo. O revestimento é em lona de PVC impermeável, não propagam chamas (auto-extinguível), têm tratamento anti-mofo e protegem contra os raios ultravioleta e as medidas variam de 02 x 02m a 06 x 03m.

Figura 5: Tenda sanfonada



Fonte: Tendas Paraná

### 2.3.4 Tenda tensionada

De acordo com Loc Up Tendas (2023), a estrutura das tendas tensionadas é fabricada em aço galvanizado de alta resistência, em chapa tubular de 13” a 18” de acordo com o porte da tenda. Suas emendas são unidas por solda eletrônica e radiofrequência, o que garante maior durabilidade e segurança ao produto. Os pontos de tensionamento e ruptura possuem, ainda, material de maior espessura. Seus pés de sustentação são em tubo e possuem tamanho padrão de 03 x 03 m, 04 x 04 m, 05 x 05m e 06 x 06m.

Figura 6: Tenda tensionada



Fonte: Loc Up Tendas, 2023.

## 2.4 SEGURANÇA E ESTABILIDADE DA ESTRUTURA

As tendas são consideradas estruturas provisórias e, como tal, é importante que seu dimensionamento seja feito de modo a evitar falhas estruturais. Destaca-se aqui o caso de tendas piramidais, que são maiores e com estruturas de metal, podendo ser organizadas em conjuntos, formando grandes galpões. Para esse tipo de estrutura, se faz necessária sua fixação no solo através de estaqueamento e, também, intertravamento de suas partes (OLIVEIRA, 2022, p. 24).

Independentemente do tipo de tenda, entende-se que eventuais falhas estruturais poderiam ter consequências graves, uma vez que uma grande quantidade de pessoas pode se alojar nesses locais e, segundo Oliveira (2022, p. 24), deve haver gestão técnica em sua montagem, ancoragem, análise estrutural e análise de interferência. Portanto, algumas normas e instruções técnicas se fazem necessárias

para definir os parâmetros de montagem dessas estruturas, de modo que sua ancoragem ao solo e seus aparelhos de sustentação evitem a ocorrência de acidentes.

Importantes recomendações de segurança para tendas podem ser encontradas na segunda parte da ABNT NBR 15926 2023, que trata sobre os requisitos de segurança do projeto e de instalação de parques de diversão e será abordada na seção 2.4.1, bem como a sua comparação com a norma europeia EN 13782 2005 e alguns sistemas de ancoragem e travamento propostos pelos fabricantes de tendas e regulamentos técnicos.

#### **2.4.1 Equipamentos de parques de diversão ABNT NBR 15926/2023-2**

A segunda parte da NBR 15926 2023 especifica os requisitos de segurança do projeto e de instalação de equipamentos de parques de diversão e demais estruturas provisórias utilizadas em eventos.

A análise de segurança para tendas de eventos deve estar sujeita à verificação dos estados limites listados nas seções 2.4.1.1 a 2.4.1.4, além de ser dada atenção especial à verificação contra capotagem, se a tenda for, por exemplo, com telhado ou revestimento, ou se inúmeros banners estiverem presos a ela (ABNT NBR 15926, 2023).

##### **2.4.1.1 Princípios de análise**

De acordo com a NBR 15926 2023, as análises para segurança das estruturas de interesse devem compreender os seguintes pontos:

- análise de estado limite último;
- análise de estado limite de fadiga, se necessário;
- análise do estado limite de estabilidade, por exemplo, quebra ou dobra das barras, placas, etc.;
- se requerida, análise do estado limite de deformação;
- análise de segurança contra capotagem, deslizamentos e elevações;

- análise dinâmica.

As análises mencionadas acima devem incluir os seguintes detalhes:

- cargas permitidas no projeto, levando em consideração as possíveis condições de alteração ou alternativas de instalação. [...] Cargas especiais impostas durante a montagem (por exemplo, partes onde alguém caminhe, mesmo que não seja o propósito da parte) devem ser especificadas e listadas para demarcação;
- valores das dimensões principais e cortes de todos os componentes estruturais da carga e detalhes relacionados à avaliação da força de fadiga;
- detalhes de materiais e componentes (memorial descritivo);
- determinação das tensões máximas e mínimas e detalhes relacionados à força dos componentes estruturais de cargas e cintas. Se os cálculos parecerem insuficientes para avaliar os estados-limites das partes, a análise pode ser trocada por ensaios nos componentes relevantes.
- detalhes de deformações elásticas (flexões, torções), se esses detalhes afetarem a estabilidade ou a segurança do equipamento.

#### 2.4.1.2 Verificação estrutural pelo método dos estados limites

O método dos estados limites é o procedimento adotado pela NBR 8800 (Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios) para dimensionar estruturas metálicas e, conseqüentemente, a sua verificação é requerida para o dimensionamento de tendas seguindo o escopo da NBR 15926 2023, considerando, de acordo com Malheiros (2015):

Estados Limites Últimos (ELU): consideram a resistência da estrutura levando em consideração a ruína da mesma, fenômenos comportamentais como resistência dúctil, máxima flambagem, fadiga, fratura, torção e deslizamento.

Estados Limites de Serviço (ELS): considera os fatores de utilização da estrutura, com a ocorrência de deformações ou vibrações excessivas, provocando efeitos incompatíveis com as condições de uso da estrutura.

Utiliza-se a seguinte expressão para verificação da segurança estrutural:

$$Rd \geq Sd \quad (1)$$

Onde:

$$Rd = Ru/\gamma_m;$$

$Rd$  é o valor de cálculo dos esforços resistentes;

$Ru$  é a resistência última dos esforços resistentes;

$\gamma_m$  é o coeficiente de ponderação que leva em conta as incertezas das resistências;

$$Sd = \gamma_f * S;$$

$Sd$  é o valor de cálculo dos esforços atuantes;

$S$  é o esforço atuante, fator de carga;

$\gamma_f$  é o coeficiente de ponderação que leva em conta as incertezas das solicitações.

Para o caso de tendas, em que o interesse está na análise do estado-limite último, utilizam-se os coeficientes de ponderação das ações dispostos no Quadro 3.

Quadro 3: Coeficientes de ponderação das ações no estado-limite último (ELU)

Combinações	Ações Permanentes					
	Diretas					Indiretas
	Peso próprio de estruturas metálicas	Peso próprio de estruturas pré-moldadas	Peso próprio de estruturas Pré-moldadas no local e industrializadas	Peso próprio dos elementos construtivos industrializados com adições in loco	Peso próprio dos elementos construtivos em geral e equipamentos	
Normais	1,25	1,30	1,35	1,40	1,50	1,20
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Especiais ou de construção	1,15	1,20	1,25	1,30	1,40	1,20
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
Excepcionais	1,10	1,15	1,15	1,20	1,30	0,00
	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00
	Ações Variáveis					
	Efeito da Temperatura		Ação do Vento	Ações Truncadas	Demais ações variáveis	
Normais	1,20		1,40	1,20	1,50	
Especiais ou de Construção	1,00		1,20	1,10	1,30	
Excepcionais	1,00		1,00	1,00	1,00	

Fonte: NBR 8800 (ABNT), 2008, p. 18

#### 2.4.1.3 Fadiga

A fadiga é o resultado de esforços cíclicos na estrutura, esforços esses com tensões/deformações menores do que o de ruptura e que causam variações de tensões no regime elástico, podendo iniciar fissuras ou o colapso progressivo da estrutura. As barras e ligações sujeitas ao efeito de fadiga devem ser dimensionadas de acordo com os esforços solicitantes últimos e de serviço, que exige que nenhum estado limite aplicável seja excedido quando a estrutura for submetida a todas as combinações apropriadas de ações (NBR 8800, 2008).

Elementos estruturais de aço e ligações metálicas submetidos a esforços cíclicos, com grande variação de tensões no regime elástico que podem iniciar fissuras e colapso progressivo por fadiga devem ser projetados de acordo com as especificações enunciadas no anexo K da NBR 8800 2008, sendo dimensionadas para ações estáticas, de acordo com a seção aplicável, e devem atender aos requisitos do anexo L da NBR 8800 2008.

#### 2.4.1.4 Verificação de estabilidade

A verificação da estabilidade considera uma análise estrutural, determinando os efeitos das ações na estrutura e analisando os estados-limites último e de serviço. Essa verificação é baseada em modelos realistas, que permitem representar a resposta da estrutura e dos materiais estruturais, levando-se em conta as deformações causadas por todos os esforços solicitantes relevantes (NBR 8800, 2008).

Para o caso de estruturas provisórias de eventos, a verificação de estabilidade se estende a análises de segurança contra modos de falha menos usuais, como: capotagem, deslizamento, erguimento e ancoragem no solo. De acordo a segunda parte da NBR 15926 2023, a análise desses efeitos deve ser realizada conforme descrito nos tópicos a) e b):

##### a) Segurança contra capotagem, deslizamento e erguimento.

A capotagem, o deslizamento e o erguimento são modos de falha que produzem movimentos verticais e horizontais de maneira simultânea, ou seja, a força de fatores externos pode gerar torções, oscilações e deslocamentos devido ao dimensionamento incorreto da estrutura (MENDES, 2023). Desse modo, segundo a NBR 15926 2023, devem ser providenciadas provas de segurança contra esses efeitos em equipamentos temporários de eventos ao ar livre como palcos, tendas, painéis e arquibancadas.

De acordo com a NBR 15926 2023, as cargas impostas que agem favoravelmente e as cargas permanentes de componentes e acessórios que não estão sempre presentes não podem ser consideradas quando algumas provas de segurança forem dadas. Se um grau adequado de segurança não puder ser alcançado

em virtude da carga permanente da estrutura apenas, então passos adicionais devem ser adotados para garantir a segurança, como a instalação de contrapesos, âncoras e contrafortes.

O peso dos equipamentos e demais estruturas provisórias podem ser medidos corretamente, isso permite determinar com mais precisão os fatores de segurança a serem feitos para o caso de capotamento, que é especialmente relevante para a análise de tendas para eventos. Os fatores podem ser vistos no Quadro 4.

Quadro 4: Fator de segurança contra capotamento, deslizamento e elevação

Carga		$\Upsilon$
1	Proporções de carga permanente agindo favoravelmente	1
2	Proporções de carga permanente agindo desfavoravelmente	1,1
3	Cargas de vento agindo desfavoravelmente	1,2
4	Proporções de carga agindo desfavoravelmente que não as cargas listadas em 2 e 3	1,3
NOTA: Se as cargas forem separadas em componentes, elas devem ser multiplicadas pelo mesmo valor de $\Upsilon$		

Fonte: NBR 15926-2 (ABNT), 2023, p. 26

Assim, a segurança contra capotamento deve ser calculada a partir da expressão (1):

$$\sum M_{st,k} \geq \sum \gamma M_{K,k} \quad (1)$$

Onde:

$\gamma$  é o fator de segurança de acordo com o Quadro 4;

$M_{st,k}$  é a representação dos valores do momento de estabilização;

$M_{K,k}$  é a representação dos valores do momento de capotagem.

E a segurança contra deslizamento deve ser calculada a partir da expressão (2):

$$\sum \gamma \mu N_K \geq \sum \gamma H_K \quad (2)$$

Onde:

$\gamma$  é o fator de segurança de acordo com o Quadro 4;

$N_K$  é a carga componente vertical;

$H_K$  é a carga componente horizontal;

$\mu$  é o coeficiente de fricção de acordo com o Quadro 5.

Os coeficientes de fricção são parâmetros derivados do atrito, que se manifestam quando há tendência ao deslocamento relativo entre materiais, podendo apresentar maior ou menor dificuldade de movimento de acordo com a rugosidade do elemento e do local de instalação. Coeficientes de fricção que apresentam valores altos representam maior resistência aos deslocamentos, enquanto aqueles cujos valores são menores caracterizam sistemas mais suscetíveis a deslizamentos (PINHEIRO e MUZARDO, 2007).

De acordo com a NBR 15926 2023, para a determinação das forças ficcionais entre a tenda e o solo, deve-se assumir os coeficientes de fricção dispostos no Quadro 5.

Quadro 5: Coeficientes de fricção  $\mu$

	<b>Madeira</b>	<b>Aço</b>	<b>Concreto</b>
Madeira	0,4	0,4	0,6
Aço	0,4	0,1	0,2
Concreto	0,6	0,2	0,5
Argila	0,25	0,2	0,25
Marga	0,4	0,2	0,4
Areia e cascalho	0,65	0,2	0,65

Fonte: NBR 15926-2 (ABNT), 2023, p. 27

Se a estabilidade da tenda não for obtida apenas por fricção estática, então, a estrutura deve ser ancorada ao solo. Em tais casos, a segurança contra deslizamento deve ser calculada em conjunto com as ações das âncoras de solo. Sob essas condições, o coeficiente de fricção do Quadro 5 deve ser usado no cálculo como apenas a 70% dos valores listados.

Assim,

$$\sum \gamma 0,7 \mu N_K \geq Z_{h,d} \sum \gamma N_K \quad (3)$$

Onde:

$Z_{h,d}$  é a capacidade horizontal de projeto da âncora.

Por fim, a segurança contra elevação deve ser calculada a partir da expressão (4):

$$\sum \gamma N_{St,k} \geq \sum \gamma N_{a,k} \quad (4)$$

Onde:

$N_{St,k}$  é a representação dos componentes estabilizadores de cargas verticais;

$N_{a,k}$  é a representação dos componentes içadores de cargas verticais.

E, ainda, para o caso de amarras de âncoras deve-se aplicar a relação:

$$\sum \gamma N_{St,k} + Z_{v,d} \geq \sum \gamma N_{a,k} \quad (5)$$

Onde:

$Z_{v,d}$  é a capacidade vertical do projeto da âncora.

#### b) Ancoragem no solo.

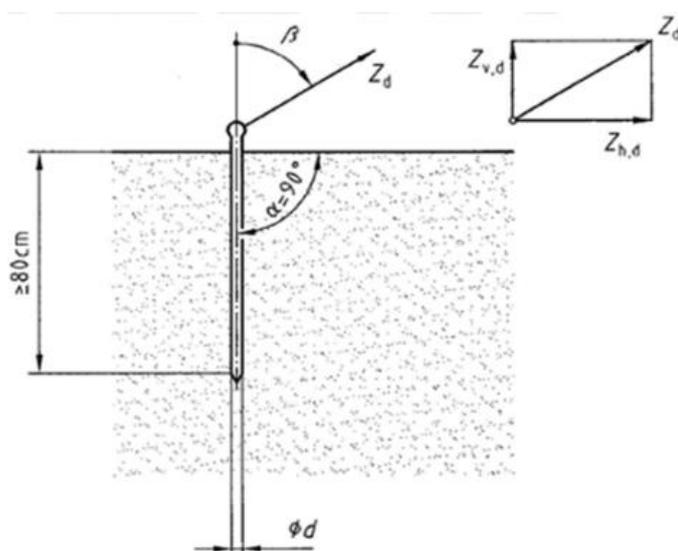
A capacidade de carga de algumas amarras de âncoras pode ser difícil de ser encontrada devido a condições incertas do solo e do tipo de carga. Portanto, segundo a NBR 15926-2, devem ser feitas aproximações para verificar a capacidade de cargas em alguns tipos de âncoras utilizadas para estaquear as estruturas de interesse, sendo elas restritas a:

- Âncoras de peso: corpos balísticos colocados na superfície do chão ou enterrados;
- Âncoras de vara: varas de metal com ilhoses ou uma cabeça de “flecha”, não permitidas em instalações de longo prazo.

Para calcular a capacidade de carga das âncoras de peso, completas ou parcialmente enterradas, devem ser consideradas as características do solo a partir de uma sondagem com a devida documentação técnica, realizada por profissional capacitado.

Para âncoras de vara, deve-se situar o ponto de aplicação da força o mais próximo possível da superfície do solo ou sob ele, com um ângulo da força de tensão para a vertical ( $\beta$ ) maior ou igual a  $45^\circ$  e com o ângulo de penetração da âncora ( $\alpha$ ) de  $90^\circ$ . Neste ângulo de inserção e com todo o comprimento da âncora inserido no solo, a âncora obliquamente carregada irá atingir sua capacidade máxima de carga, como exemplificado na Figura 7.

Figura 7: Âncora de vara



Fonte: NBR 15926-2 (ABNT), 2023, p. 29

Onde:

$Z_{v,d}$  é a capacidade vertical do projeto da âncora;

$Z_{h,d}$  é a capacidade horizontal de projeto da âncora;

$Z_d$  é a capacidade de projeto da âncora.

Ainda, para âncoras de vara, é possível prever o diâmetro mínimo da âncora a ser respeitado para que não haja dobra do material em decorrência da carga, seguindo a equação (6):

$$d_{\text{mín}} = 0,025 I' + 0,5 \text{ (com } I' \text{ em centímetros)} \quad (6)$$

Sendo:

$d_{\text{mín}}$  o diâmetro da âncora, em centímetros;

$I'$  a profundidade de penetração da âncora.

Se ocorrerem deslocamentos superiores a 2 cm em âncoras de vara com carga ou dispositivos similares, então a capacidade de carga da âncora não está completamente segura. O aumento da resistência pode ser alcançado por meio de âncoras adicionais ou inserção de cunhas de madeira (ABNT NBR 15926-2, 2023).

Para os demais tipos de âncoras, a determinação da capacidade de carga requer ensaios. Âncoras de varas menores que 80 cm aplicadas em dispositivos subordinados (por exemplo, dispositivos infláveis etc.) que não possuam cálculos de projeto também requerem ensaios de carga (ABNT NBR 15926-2, 2023).

#### **2.4.2 EN 13782/2005 - Norma Europeia sobre Estruturas Temporárias**

Esta norma Europeia especifica os requisitos de segurança que devem ser observados no projeto, cálculo, fabricação, instalação, manutenção, operação, exame e teste de tendas móveis instaladas temporariamente com mais de 50 m<sup>2</sup> de área de terreno.

Para tendas com área inferior a 50 m<sup>2</sup>, a norma estabelece que não é necessário apresentar projeto de tendas e o produtor deverá fornecer documentação relativa ao comportamento ao fogo dos tecidos e à estabilidade da estrutura. Para tendas com espaço máximo de 12 m e capacidade máxima de 300 pessoas, é permitida a realização de um cálculo simplificado para tendas tradicionais de vara e corda.

Em comparação com a ABNT NBR 15926 2023, a EN 13782 2005 traz em seu escopo uma análise detalhada dos estados-limite último, de deformação, de estabilidade e verificação da segurança contra capotamento, deslizamento e levantamento e, para casos onde esses requisitos são insuficientes, ancoragem ao solo – todos com os seus respectivos coeficientes de ponderação e cargas atuantes. Além disso, a EN 13782 2005 apresenta ainda alguns requisitos de segurança contra a ação do vento, componentes estruturais como cordas, cabos de aço e esticadores e também os procedimentos necessários para a aprovação da tenda para uso, conforme detalhado nas Seções 2.4.2.1 a 2.4.2.3.

### 2.4.2.1 Cargas de vento

Segundo a EN 13782 2005, as cargas de vento devem ser aplicadas de acordo com a localização, período da instalação e possibilidades de proteção e fortalecimento, respeitando um vento de referência de 28 m/s. Caso o valor do vento seja maior que o de referência novos cálculos verificando a estabilidade da estrutura devem ser realizados, respeitando valores de altura da edificação.

Os coeficientes de ponderação de acordo com a altura são estimados pela experiência em projetos anteriores e baseados na pressão relacionada à essa altura; os valores estão descritos no Quadro 6.

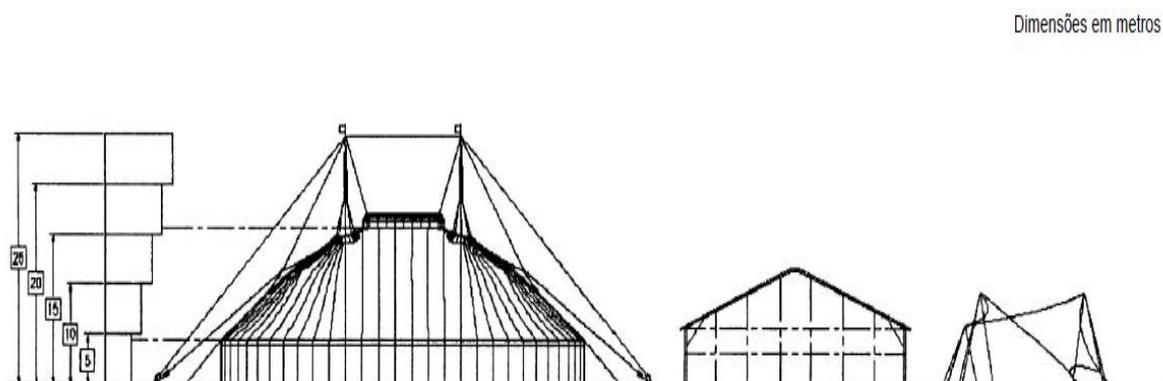
Quadro 6: Cargas de vento

altura: h m	pressão: q N/m <sup>2</sup>
$h < 5$	500
$5 < h < 10$	600
$10 < h < 15$	660
$15 < h < 20$	710
$20 < h < 25$	760

Fonte: EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, EN 13782/2005

Para tendas com largura de 10 m ou menos e altura de 5 m ou menos a pressão pode ser reduzida para 300 N/m<sup>2</sup>. A Figura 8 mostra alguns tipos de pavilhões e sua altura para relacionarmos com a aplicação do vento.

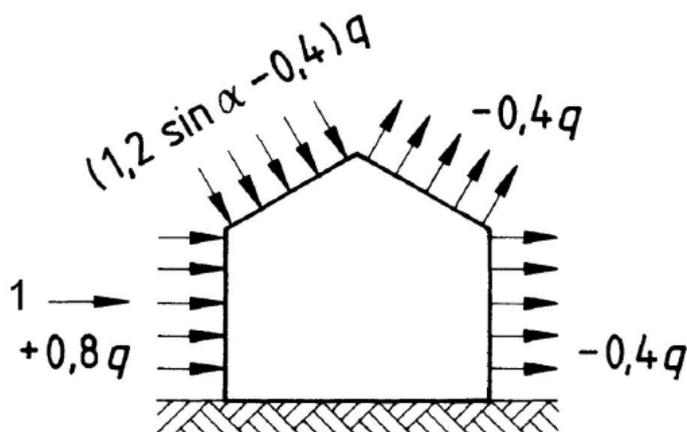
Figura 8: Aplicação de cargas de vento



Fonte: EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, EN 13782/2005

Assim, pode-se aplicar a pressão de acordo com a direção do vento na estrutura e encontrarmos os coeficientes aerodinâmicos necessários para um novo cálculo de estabilidade caso necessário. A Figura 9 traz os fatores de ponderação para cada direção do vento em uma estrutura convencional, sendo  $q$  a carga de vento estabelecida.

Figura 9: Coeficientes aerodinâmicos ( $\alpha$ ) para estruturas convencionais



Fonte: EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, EN 13782/2005

#### 2.4.2.2 Cabos, cordas, correntes e dispositivos de segurança

De acordo com a norma EN 13782 2005, além do cálculo, a capacidade de carga de materiais ou acessórios, que se relaciona diretamente com a segurança do público, deve ser verificada pelo certificado de conformidade do fabricante ou por meio de testes.

Quando cabos, correntes, dispositivos de segurança, acionamentos de cabos, conectores e adaptadores são usados, deve-se atentar para os padrões exigidos pela norma, em especial para cabos de aço, correntes, cordas de fibra natural, cordas de material sintético e demais esticadores.

A influência desses acessórios deve ser considerada seguindo o fator de segurança para cada diâmetro de corda. Um exemplo pode ser visto no Quadro 7, onde há a especificação dos fatores de segurança para cada diâmetro de cordas

sintéticas, que deverão ser aplicados no método dos estados limites, adicionados aos coeficientes de ponderação, majorando a segurança da estrutura.

Quadro 7: Fatores para cabo de fibra sintética (de acordo com EN ISO 1141, EN ISO 1346 e EN ISO 1969)

diâmetro da corda (mm)	Fator de segurança
12	4
14	3,3
16	3,3
18	2,7
20	2,7
> 20	2,7
NOTA: Valores a aplicar ao estado limite último	

Fonte: EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, EN 13782/2005

#### 2.4.2.3 Procedimentos para aprovação, exame e testes.

Após todas as verificações preconizadas pela EN 13782 2005, a norma ainda se atenta para alguns procedimentos de aprovação para que a estrutura seja liberada para uso. Como regra geral, todos os documentos de projeto relevantes para a segurança, bem como a tenda concluída, devem ser submetidos a revisão e inspeção. Os fabricantes e os organismos de inspeção devem ser independentes entre si.

Os seguintes testes devem ser realizados:

- a) Aprovação inicial da barraca;
- b) Exame minucioso periódico;
- c) Exame após modificação, reparos e acidentes;
- d) Exame de instalação.

#### 2.4.3 Sistemas de ancoragem e travamento

A instrução técnica para eventos temporários redigida pelo CBMMG (2020) traz os seguintes requisitos gerais para montagem de estruturas provisórias:

- a) utilizar ferramentas e materiais com segurança na montagem ou desmontagem das estruturas;
- b) observar os detalhes e recomendações especiais à equipe de montagem, operação e manutenção previstas pelo fabricante;

- c) respeito às principais dimensões dos componentes estruturais de carga e suas conexões;
- d) respeito ao peso no qual os cálculos são baseados para partes, cujo excesso de peso possa ultrapassar o limite de estresse permissível em conexões ou componentes estruturais ou cuja falta de peso possa afetar a segurança do equipamento, seja ele de elevação, deslizamento ou inclinação;
- e) conformidade em relação à especificação e qualidade do material, como força, durabilidade e resistência ao fogo;
- f) os elementos estruturais deverão apresentar resistência mecânica compatível com as ações e solicitações a que estejam sujeitos (conforme normas da ABNT), levando-se em consideração a resistência e comportamento do solo que receberá as cargas, as cargas dinâmicas e as ações das intempéries, especialmente do vento;
- g) deverá ser dada atenção especial às estruturas provisórias que possuam fechamento lateral, devido ao acréscimo na carga horizontal gerado pelo vento;
- h) os elementos de suporte estrutural das tendas ou outras coberturas flexíveis deverão possuir características de resistência ao fogo, de forma a garantir a necessária eficiência na evacuação do público;
- i) a estabilidade estrutural das construções provisórias em que haja previsão de público sobre estruturas (arquibancadas, camarotes e similares) deve ser comprovada em laudo técnico específico, emitido por profissional capacitado e habilitado, constando materiais empregados e norma técnica de referência;
- j) a montagem de arquibancadas e demais estruturas provisórias (tendas, camarotes, brinquedos mecânicos, etc.) deverá ser acompanhada pelo responsável técnico da execução, devendo ser emitida a respectiva ART/RRT, para fins de apresentação quando da vistoria de liberação e/ou fiscalização;

Assim, de acordo com tais especificações, com as normas da ABNT e normas internacionais, os fabricantes de tendas de eventos propõem modelos de acessórios como esticadores e âncoras próprios para a estabilização, principalmente em tendas piramidais que exigem estaqueamento e sistemas de intertravamento por meio de

âncoras, cordas, cabos de aço e mãos francesas para sua fixação no solo e permissividade de deslocamento devido às dimensões da estrutura, segundo o portal São Luís Tendas (2018).

#### 2.4.3.1 Âncora de terra

Como o nome sugere, uma âncora de terra é uma âncora utilizada para fixar um objeto no solo. De maneira simplificada, uma âncora de terra assemelha-se a um grande prego que é lançado ao chão. No entanto, estas âncoras de terra vêm numa variedade de desenhos, pois nem sempre podem ser marteladas, algumas delas precisam ser parafusadas. Ambos os modelos de âncora têm a sua justificativa, em que tanto a utilização prevista como as condições do solo devem ser tidas em conta ao fazer a seleção (GREENSPLIT, 2023).

As âncoras de impacto possuem na extremidade superior um fecho como um gancho ou um ângulo. São muito fáceis de conduzir para o solo com um martelo e são especialmente boas para utilização em terrenos rochosos e duros. Uma vez colocada no solo, tal âncora é normalmente difícil de remover, o que a torna uma fixação segura (GREENSPLIT, 2023).

A ABNT NBR 15926 2023 subdivide, ainda, as âncoras de impacto entre âncoras de vara e de peso; apesar da diversidade de modelos existentes, são estas o objeto de interesse para estaqueamento de tendas. A diferença entre elas está no formato, peso e na quantidade de tempo que a estrutura ficará fixada. Pode-se notar a diferença entre os dois tipos de âncora mais utilizadas nas Figuras 10 e 11.

Figura 10: Âncora do tipo vara



Fonte: Ponto Frio, 2023.

Figura 11: Âncora de terra Duckbill do tipo peso



Fonte: Grand Piling, 2023.

#### 2.4.3.2 Esticadores

Os esticadores são cordas, extensores, tirantes, cabos de aço, cordeletes e estabilizadores que servem para prender a estrutura ao solo, dando maior estabilidade à tenda. A maioria são tirantes simples, feitos em nylon e a quantidade e o comprimento variam para cada modelo de tenda (CAMPELLO, 2014).

Quando presos junto às âncoras, sua principal função é dar mais estabilidade para a estrutura, especialmente em situações de vento, criando mais pontos de fixação diretamente do sobreteto ao solo (CAMPELLO, 2014). Alguns modelos de esticadores mais utilizados para tendas de eventos podem ser vistos nas Figuras 12 e 13.

Figura 12: Corda de nylon Vonder



Fonte: Vonder, s.d.

Figura 13: Cabo de aço 1/8 Pol.



Fonte: Vonder, s.d.

#### 2.4.3.3 Mão francesa

Uma mão francesa é um elemento estrutural inclinado, conectado a um elemento estrutural horizontal (viga) e um elemento estrutural vertical (pilar), de tal modo que o conjunto formado por estes três elementos tenha forma triangular. Essa solução pode ser adotada, em alguns casos, em substituição ao uso de transições e balanços em vigas (LONGO, 2021).

Para tendas de eventos, tais travas são utilizadas para manter a estrutura em seu eixo, evitando deslocamentos horizontais em seus pilares e vigas, podendo serem

feitas sob ajustes em rosca tornando mais fácil a montagem em lugares desnivelados (TENDAS PIEMONT, 2015). A Figura 14 mostra como é feita a conexão entre um pilar e uma calha em uma tenda utilizando a mão francesa no canto superior direito.

Figura 14: Mão francesa



Fonte: Tendass Piemont, 2015.

### **3. METODOLOGIA**

Neste capítulo serão abordados detalhadamente os métodos utilizados para a execução desta monografia, sustentando-se nas técnicas apresentadas nas Seções 2.2.1 a 2.4.3, inspeções visuais, análises das medidas dos componentes estruturais e meios de ancoragem em diferentes tipos de superfície.

#### **3.1 MÉTODO DE PESQUISA**

##### **3.1.1 Classificação do estudo**

Como o objetivo desse estudo é conhecer os métodos para a ancoragem e estabilização de tendas realizados por empresas de eventos litorâneas, pode-se classificá-lo como um estudo exploratório de campo, pois segundo Piovesan e Temporini (1995) o estudo exploratório tem por objetivo conhecer a variável do estudo tal como se apresenta, refinando os dados da pesquisa.

Quanto à abordagem da pesquisa, pode-se classificá-la como quantitativa, onde baseia-se em procedimentos padronizados por pesquisas anteriores em que haverá medição de quantidades ou dimensões para a coleta de dados, investigando as relações causais entre os elementos do estudo e as informações pré-dispostas.

##### **3.1.2 Planejamento do estudo**

###### **3.1.2.1 Revisão bibliográfica**

A realização da pesquisa bibliográfica se deu para conhecermos previamente sobre o assunto em questão e nos atentarmos a fatores específicos que podem ocorrer na montagem e estabilização de tendas, de modo a entendermos como deve ser realizada a contenção adequada para essas estruturas, para que possam ser feitas as análises e o desenvolvimento das conclusões sobre o tema neste trabalho.

O foco do estudo se dá na área de normas técnicas para a estabilização de tendas de eventos, fomentadas por verificações de estabilidade, verificação estrutural, sistemas de ancoragem e travamento e outros.

### 3.1.2.2 Delimitação da pesquisa

O tema foi delimitado de modo a abranger as técnicas de estabilização de tendas que podem ser verificadas a olho nu e pelas medidas de seus componentes modulares, munidos de conhecimento teórico sobre o tema, trena e câmera fotográfica. Assim, a base teórica para delimitação do tema estará nas seções 2.2.1.2, que trata das medidas de fabricação de um componente modular, e 2.4.3, que trata dos sistemas de ancoragem e travamento. O foco se dá para os casos de ancoragem ao solo em terrenos de superfície arenosa, os quais abrangem grande parte do solo litorâneo.

Para a realização dos estudos dos componentes das tendas e verificação da ancoragem dessas estruturas em diferentes tipos de superfície, a metodologia incluiu visita a uma empresa de eventos na cidade de Pontal do Paraná e visitas em tendas locadas nas cidades de Pontal do Paraná e Paranaguá. As medidas de fabricação dos elementos construtivos das tendas foram realizadas no galpão de armazenamento da empresa visitada, com o acompanhamento de um técnico funcionário da empresa, enquanto a ancoragem ao solo foi inspecionada em tendas montadas nas cidades citadas.

No total, além das peças armazenadas no galpão, foram visitados cinco tipos de tendas montadas, três delas de modelo piramidal calhada, nos tamanhos 5x5 m e 10x10 m, uma 5x5 m de modelo piramidal sem calha e uma tenda 10x10 m do modelo tensionada, sendo analisados:

- Medidas dos componentes estruturais;
- Sistemas de travamento, como esticadores e travas de segurança;
- Aparelhos de ancoragem: modelos e medidas;
- Ancoragem em diferentes tipos de superfícies.

### 3.1.2.3 Inspeção visual

A inspeção visual é um método de ensaio que consiste na constatação de problemas e verificações, tais como se a construção está sendo realizada de acordo

com o planejamento, especificações técnicas e qualidade estabelecidos. Pode-se considerá-la um meio de pesquisa não destrutivo, visto que não há interferências prejudiciais para a estrutura em análise, pois as verificações são feitas de maneira visual, podendo ainda serem realizados registros fotográficos para análises posteriores. Além disso, a avaliação é feita pelo inspetor de acordo com o seu conhecimento e experiência sobre o assunto de interesse.

Após o estudo sobre os requisitos de segurança para tendas e a delimitação da pesquisa, foi feita uma inspeção visual das tendas construídas nos locais visitados para averiguar os elementos que compõem a estrutura e os métodos de ancoragem realizados em diferentes tipos de superfícies.

#### 3.1.2.4 Análise dos componentes construtivos e ancoragem ao solo

a) A análise dos componentes construtivos é feita de acordo com a NBR 15873/2010, onde:

- Determinam-se as medidas modulares do componente;
- Determinam-se os ajustes de coordenação, considerando: tolerâncias de fabricação, marcação e instalação; deformações térmicas, estruturais e por umidade; operações de instalação; materiais de união com elementos ou componentes adjacentes;

São admitidos componentes não modulares, desde que complementados por outros componentes ou dispositivos, de modo a resultar num conjunto modular.

Para o caso de tendas de eventos, as medidas dos componentes seguem um padrão, pode-se encontrá-las em algumas especificações técnicas dispostas neste trabalho na Seção 2.3, que traz diversos tipos de tendas e as medidas de seus componentes, para que eventuais comparações sejam realizadas e anexadas ao capítulo 4, em resultados e análises.

Assim, determina-se a medida real das peças das estruturas e dos seus aparelhos de segurança da seguinte forma:

- Altura, largura e espessura dos componentes estruturais:

Com o auxílio de uma trena, foram medidas a altura, largura e espessura dos pilares de sustentação, calhas e treliças das tendas 5x5 m e 10x10 m no galpão de armazenamento da empresa, como exemplo temos as figuras 15, 16 e 17.

Figura 15: Largura do pilar da tenda 10x10 m.



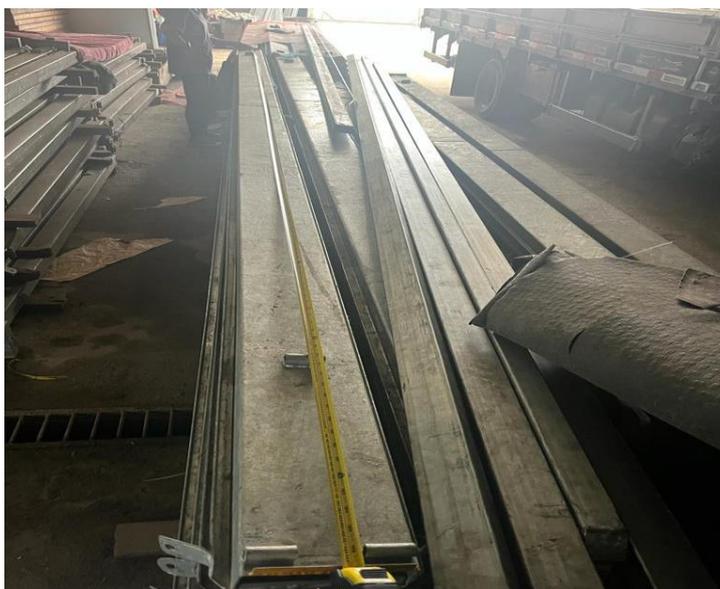
Fonte: Autora (2023)

Figura 16: Espessura da treliça da tenda 5x5 m.



Fonte: Autora (2023)

Figura 17: Comprimento da calha da tenda de 5x5 m.



Fonte: Autora (2023)

- Altura e espessura dos sistemas de travamento e das âncoras:

Assim como os componentes estruturais, as mãos francesas e as âncoras que auxiliam na segurança da estrutura foram medidas com uma trena, onde foram avaliados o comprimento e a espessura dessas peças, como mostram as Figuras 18, 19 e 20.

Figura 18: Medida do comprimento da âncora de vara



Fonte: Autora (2023)

Figura 19: Medida da espessura da âncora de vara



Fonte: Autora (2023)

Figura 20: Medida do comprimento da mão francesa



Fonte: Autora (2023)

#### b) Ancoragem ao solo

Como definido na Seção 2.4, a ancoragem deve ser feita caso a tenda não possua condições de manter-se estável apenas pelo contato friccional com o solo, seguindo uma série de verificações que estabelecem a segurança da estrutura. Focando-se no objeto deste trabalho, percebe-se que os sistemas de ancoragem

mudam de acordo com o tipo de solo em que a tenda será instalada, sendo necessárias estacas mais resistentes quando não houver conhecimento adequado sobre o solo/local de instalação, como definido na Seção 2.4.1.4.

Para a realização desta etapa do trabalho, buscaram-se junto aos fornecedores de tendas mais informações sobre o uso adequado das ancoras de terra e de vara para diferentes tipos de superfícies, bem como outros possíveis sistemas que possam melhorar a segurança dessas estruturas. Foram visitados alguns locais em que as estruturas estavam montadas e ancoradas, de modo a verificar se havia necessidade de ancoragem naquele local, o comprimento de cravação e se o diâmetro das âncoras estava de acordo com o que é estabelecido em projeto, seguindo a equação (6) e as recomendações da Seção 2.4.1.4.

#### 3.1.2.5 Organização e apresentação dos resultados

O estudo foi desenvolvido de modo a buscar informações junto aos fabricantes e fornecedores de tendas para eventos no Litoral do Paraná, verificando quais equipamentos são utilizados para estabilizar a estrutura e como é realizada a sua ancoragem em alguns tipos de superfície, principalmente a arenosa, que abrange a maior parte litorânea e onde são realizados diversos eventos de veraneio.

Os resultados estão organizados da seguinte forma: componentes estruturais e suas dimensões; peças de ancoragem e travamento e suas dimensões; métodos de ancoragem em diferentes tipos de superfície.

## 4. RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta seção serão abordados os resultados e as análises feitas a partir dos dados coletados em campo. Sendo assim, tendo como foco a análise dos componentes construtivos e a ancoragem ao solo, os resultados serão apresentados de maneira a facilitar a visualização e entendimento sobre os componentes estruturais estudados.

### 4.1 MEDIDAS DOS COMPONENTES ESTRUTURAIS

As tendas existentes no mercado são de diversos modelos e tamanhos, podendo sofrer alterações de altura e comprimento de acordo com a necessidade do cliente e as variações do solo. Dessa forma, se deu o interesse pelas medidas das peças estruturais das tendas utilizadas na região litorânea do Paraná, pois essas dimensões modificam os sistemas de ancoragem e travamento e podem afetar a segurança da estrutura, como será abordado nas Seções 4.2 e 4.3.

#### 4.1.1 Tenda 5x5m piramidal calhada

As tendas de tamanho 5x5m piramidais são estruturas em formato de pirâmide compostas por calhas, pilares de sustentação e treliças. Essas peças são unidas por meio de pinos de ferro nas conexões presentes nas extremidades da estrutura, nota-se isto na Figura 21, que mostra duas calhas de uma tenda 5x5m unidas ao pilar de sustentação e à treliça superior em uma das tendas visitadas.

Figura 21: Pinos conectores



Fonte: Autora (2023)

Os pilares dessas estruturas possuem seção transversal de 8x8cm e 260cm de altura, fabricados em aço galvanizado com cerca de 2mm de espessura.

Figura 22: Pés de sustentação da tenda 5x5m



Fonte: Autora (2023)

As calhas possuem 5m de comprimento e 14cm de largura, fabricadas na chapa de 2mm de espessura. A Figura 17 mostra o modelo de uma calha de tenda 5x5m sendo medida no galpão de armazenamento da empresa.

Por fim, as treliças que sustentam a lona são formadas por 8 barras de aço de 220cm de comprimento e seção transversal de 2,5 x 2,5cm, conectadas por parafusos em uma coroa de ferro, como pode ser visto na Figura 23.

Figura 23: Treliça da tenda 5x5m calhada



Fonte: Autora (2023)

#### 4.1.2 Tenda 10x10m piramidal e tensionada - calhada

Assim como as tendas 5x5m, as tendas 10x10m piramidais e tensionadas são constituídas de calhas, pilares de sustentação e treliças fabricadas em aço galvanizado, com espessura de 2mm, e conectadas por pinos, mudando apenas a dimensão dos componentes entre elas. Como as tendas são estruturas modulares seus componentes são fabricados de modo a serem compatíveis entre si; assim, as tendas de tamanho 10x10m piramidais e tensionadas possuem as mesmas características dimensionais com relação aos pilares e calhas, sendo diferenciadas apenas pelo formato da treliça que sustenta a lona.

É possível perceber, a partir das Figuras 24 e 25, que a treliça da tenda tensionada possui um tubo de aço ligado à coroa, aumentando o topo da lona e fazendo com que a tenda tenha uma aparência de “chapéu de bruxa”, nome pelo qual é comumente chamada. Já a tenda piramidal possui as treliças de sustentação apenas ligadas à coroa, como é feito na tenda 5x5m.

Figura 24: Treliça da tenda 10x10m tensionada



Fonte: Autora (2023)

Figura 25: Treliça da tenda 10x10m piramidal



Fonte: Autora (2023)

As 8 barras de aço que formam a treliça da tenda piramidal possuem 440cm de comprimento para uma seção transversal de 4x4cm, enquanto na tenda tensionada essa mesma seção transversal é usada para 8 barras de aproximadamente 390cm, além do tubo de aço com 250cm.

Os pilares possuem seção transversal de 17x17cm e comprimento de 3m, podendo sofrer um aumento de mais 2m com o uso de um pé de apoio.

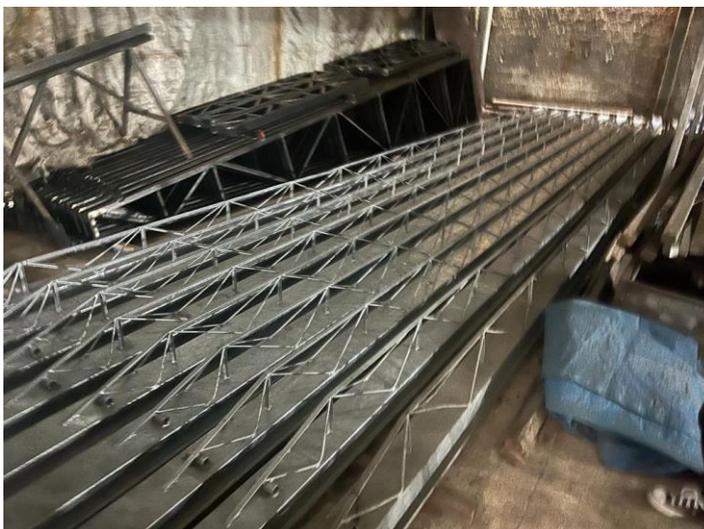
Figura 26: Pilares de sustentação da tenda 10x10m.



Fonte: Autora (2023)

Por serem estruturas maiores, as calhas das tendas de 10x10 metros são reforçadas com treliças em sua parte inferior, medindo 100cm de comprimento e 15cm de largura. A Figura 27 mostra algumas calhas utilizadas em tendas de 10x10m.

Figura 27: Calhas da tenda de 10x10m



Fonte: Autora (2023)

#### 4.1.3 Tenda 5x5m piramidal sem calha

Diferente das tendas descritas nas Seções 4.1.1 e 4.1.2, as tendas piramidais sem calha são constituídas apenas por pilares de sustentação e treliças, sendo essas peças ligadas a uma barra de aço de 5m por meio de velcros, como exemplificado na Figura 28.

Figura 28: Treliça da tenda 5x5m sem calha



Fonte: Autora (2023)

Os pilares são tubos de aço galvanizado de 12cm de diâmetro e 260cm de altura, enquanto as treliças são compostas por 4 barras de aço com cerca de 220cm de comprimento e seção transversal de 2,5 x 2,5m, como visto na Figura 16.

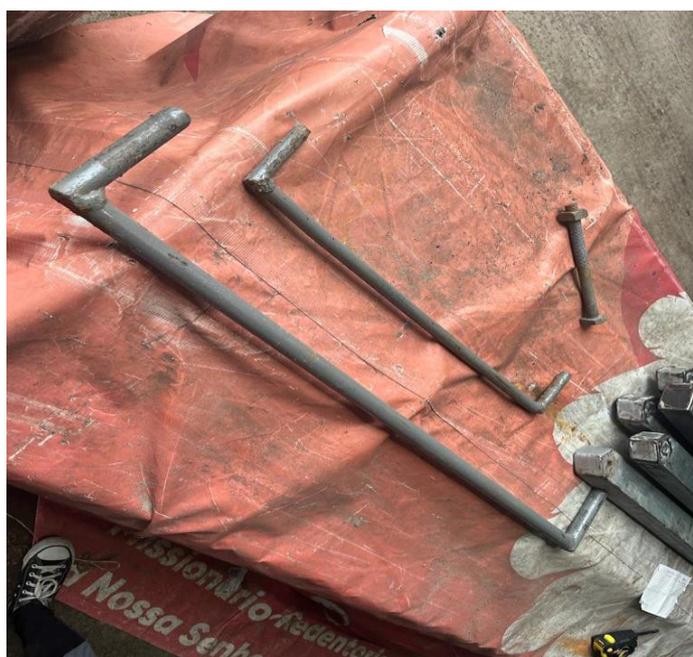
## 4.2 SISTEMAS DE SEGURANÇA

Os sistemas de segurança são fundamentais para manter a tenda estruturada e fixada ao solo, portanto, nesta Seção serão apresentados alguns dos elementos responsáveis pela segurança das estruturas que foram analisados nas visitas à empresa e como são utilizados nas tendas requeridas.

### 4.2.1 Mão francesa

Como definido na Seção 2.4.3.3, a mão francesa é o elemento responsável por evitar que a estrutura se desloque na direção horizontal, mantendo-a em seu eixo. As medidas dessas peças variam de acordo com o tamanho da estrutura a ser montada. No caso das tendas analisadas, para uma tenda de 5x5m a mão francesa possui 54cm de comprimento e 1,5cm de diâmetro, já para as tendas de 10x10m esse comprimento aumenta para 88cm. Podemos observar a diferença entre o tamanho desses elementos na Figura 29.

Figura 29: Mão francesa das tendas 5x5m e 10x10m



Fonte: Autora (2023)

### 4.2.2 Âncora de vara

Assim como a mão francesa, as âncoras utilizadas para que as estruturas se mantenham no solo possuem variações de medidas, que serão utilizadas de acordo com o tamanho da tenda montada. No galpão de armazenamento de tendas da empresa visitada, foram analisadas cinco medidas de âncoras do tipo vara, sendo essas com comprimentos de 52cm a 85 m e com diâmetro de cerca de 2 a 2,5cm.

Figura 30: Âncoras de vara



Fonte: Autora (2023)

As âncoras de 52 m são utilizadas em tendas de 3x3 metros, 74 cm para tendas de 5x5 metros e de 79 à 85cm são usadas em tendas de 5x10m a 10x10m, podendo sofrer adaptações de acordo com o tipo de solo em que a tenda será instalada.

### 4.2.3 Esticadores

Os esticadores observados consistiam em cordas de 12mm com comprimento variável, geralmente amarradas na altura da conexão inferior da mão francesa, no pilar da estrutura, (aproximadamente a 210cm do solo para tendas 5x5m e 260cm do solo para tendas 10x10m), formando uma triangulação com a estaca que será responsável por sustentar a estrutura ao solo. A Figura 31 mostra como é utilizado um esticador em uma tenda 5x5m.

Figura 31: Esticador em tenda 5x5m



Fonte: Autora (2023)

Em locais onde há maior incidência de ventos, em vez de cordas são utilizadas cintas catracas para manter a tenda estabilizada, conforme abordado na Seção 4.3.2. Assim como as cordas, as cintas catracas mudam de comprimento de acordo com a medida da tenda, mas, em geral, possuem 5cm de espessura.

### 4.3 ANCORAGEM EM DIFERENTES TIPOS DE SUPERFÍCIES

A ancoragem é um elemento imprescindível para a segurança das tendas, possuindo variações de acordo com o tipo de solo em que a estrutura será instalada e modificações conforme o tamanho da tenda. Nesta Seção, serão analisados cinco locais com diferentes tipos de superfícies em que as estruturas foram locadas, de modo a verificar como foi realizada a ancoragem das tendas.

#### 4.3.1 Tenda 5x5,

##### 4.3.1.1 Superfície de concreto

A primeira tenda analisada estava localizada no balneário de Ipanema, na cidade de Pontal do Paraná, e servia de armazém para comercialização de pescados.

A tenda, de modelo 5x5m calhada, possuía âncoras nos quatro pilares de sustentação firmando a tenda por meio de cordas de cerca de 2m, além de duas mãos

francesas ligada aos pilares, uma para cada calha da estrutura, como visto nas Figuras 32 e 33.

Figura 32: Tenda 5x5m calhada em Ipanema - Pontal do PR.



Fonte: Autora (2023)

Figura 33: Mão francesa para tenda 5x5m calhada



Fonte: Autora (2023)

A tenda estava instalada em superfície de concreto e, considerando os coeficientes de fricção, que é a interação superfície-tenda, apresentados no Quadro 5, o  $\mu$  para estruturas de aço em contato com o concreto é igual a 0,2. Somente com o valor do coeficiente de fricção, não é possível definir se a estrutura está segura apenas pelo atrito estático entre ela e o solo, pois há a necessidade de outras informações como cargas de componente vertical, horizontal, estabilizadores e içadores para encontrar os resultados da segurança contra deslizamento e elevação definidos pelas equações (2) e (4), respectivamente. No entanto, como recomendado na Seção 2.4.1.4, a ancoragem deve ser realizada em casos onde a tenda não é

estabilizada apenas pela fricção estática, aumentando a segurança da estrutura contra deslizamento e elevação, e, neste caso, havia âncoras de segurança sustentando a estrutura e prevenindo tais modos de falha.

A Figura 34 mostra uma das âncoras de sustentação penetradas em superfície de concreto.

Figura 34: Âncora penetrada em superfície de concreto



Fonte: Autora (2023)

As âncoras estavam totalmente penetradas na superfície de concreto, tendo alta capacidade de carga, pois o ponto de aplicação da força deve-se situar o mais próximo possível da superfície do solo e de forma oblíqua para que sua resistência seja maior, conforme especificado na Seção 2.4.1.4.

Ainda, para tendas de 5x5m, as âncoras possuem aproximadamente 74cm de comprimento e 2,5cm de diâmetro, como foi descrito na seção 4.2.2. e, seguindo a recomendação de diâmetro de projeto estabelecida pela equação (6), o diâmetro mínimo da âncora para cravação nessa profundidade deve ser de 2,35cm. Assim, verificou-se que este material está seguro contra a dobra e demais defeitos em decorrência da carga e, conseqüentemente, a estrutura está segura contra deslizamentos e erguimentos.

#### 4.3.1.2 Superfície de concreto (paver)

A segunda tenda analisada estava localizada na praça central do balneário Ipanema, na cidade de Pontal do Paraná, servindo de cobertura para um brinquedo de diversão.

Figura 35: Tenda 5x5m sem calha em Ipanema – Pontal do PR.



Fonte: Autora (2023)

A estrutura, de modelo piramidal sem calha, estava ancorada em seus quatro pilares por meio de cordas de aproximadamente 2m de comprimento e possuía mãos francesas ligadas ao pilar para todas as barras de aço que sustentam a treliça.

Figura 36: Mão francesa para tenda de 5x5m sem calha



Fonte: Autora (2023)

A tenda estava instalada acima de pavers, que também são superfícies de concreto e, assim como na Seção 4.3.1.1., o coeficiente de fricção entre a tenda de aço e a superfície de concreto é de 0,2, como ilustrado no Quadro 5. Não é possível definir a segurança da estrutura contra deslizamento e erguimento para este caso apenas com o valor do coeficiente de fricção, sendo necessários outros elementos de

segurança para assegurar a estabilidade da tenda, como as âncoras, que foram instaladas nos quatro pilares de sustentação.

As âncoras foram fixadas ao solo entre os pavers, sendo penetradas diretamente em solo de areia compactada. Sabendo que a âncora possui 74cm e que, devido à altura do bloco de paver, o cabeço da âncora ficou a uma distância de cerca de 14cm do solo, tem-se uma profundidade de penetração de 60cm. Neste, o diâmetro mínimo de projeto previsto pela equação (6) deve ser de 2cm, evitando falhas na âncora, o que foi respeitado, visto que as âncoras de 74cm possuem diâmetro de 2,5cm.

Figura 37: Âncora penetrada em superfície de areia grossa



Fonte: Autora (2023)

Outro fator de segurança recomendado pela NBR 15926-2 e especificado na Seção 2.4.1.4, que pode ser visualizado nas Figuras 35 e 37 e comparado com a Figura 7, é o ângulo de penetração da âncora. A âncora atinge sua capacidade de carga máxima quando o ângulo de penetração é de  $90^\circ$  e o ângulo da força de tensão é maior ou igual a  $45^\circ$ , esses ângulos foram respeitados na ancoragem desta tenda.

Considerando que a angulação de ancoragem e da força de tensão foram feitas corretamente e sabendo que o diâmetro da âncora é suficiente para evitar possíveis desgastes do material em detrimento de forças externas, pode-se estabelecer que a tenda está segura contra os modos de falha recorrentes.

### 4.3.2 Tenda 10x10m

#### 4.3.2.1 Superfície arenosa fofa

A terceira tenda analisada se localizava no Balneário Ipanema, servindo como cobertura para materiais de eventos, e estava instalada em solo arenoso fofo. O coeficiente de fricção entre solos arenosos e materiais de aço é de 0,2, de acordo com o Quadro 5, e, assim como nas demais estruturas analisadas nas Seções 4.3.1.1 e 4.3.1.2, não é possível definir se a tenda está segura apenas com esse coeficiente neste caso, sendo necessárias instalações de outros dispositivos de estabilização.

Figura 38: Tenda 10x10m em Ipanema - Pontal do PR.



Fonte: Autora (2023)

A tenda, de modelo 10x10m piramidal e calhada, possuía a sustentação por meio das mãos francesas ligadas aos pilares e calhas, assim como as demais tendas verificadas anteriormente, como mostrado na Figura 39.

Figura 39: Mão francesa para tenda de 10x10m calhada



Fonte: Autora (2023)

No entanto, ao verificar-se a ancoragem da estrutura observou-se que não havia âncora de sustentação nessa tenda; o esticador, de 2,6m, estava ligado diretamente ao solo. A Figura 40 mostra o método de ancoragem desta tenda.

Figura 40: Ancoragem em superfície de areia fina



Fonte: Autora (2023)

As âncoras de vara foram substituídas por cunhas de madeira enterradas no solo para aumentar a resistência de ancoragem e funcionando como uma âncora de peso, tal qual é descrito na Seção 2.4.1.4, onde a NBR 15926-2 estabelece que aumento da resistência pode ser alcançado por meio de âncoras adicionais ou inserção de cunhas de madeira. Neste caso, verificou-se a necessidade da alteração por conta da areia fofa, que é um material não coesivo, possuindo pouca resistência a tração e aderência em relação às âncoras de vara.

A Figura 41 traz um exemplo de uma cunha de madeira.

Figura 41: Cunha de madeira



Fonte: Autora (2023)

Neste caso, a NBR 15926-2 recomenda que a apuração da capacidade de carga das âncoras de peso deve ser feita considerando as características do solo a partir de uma sondagem realizada por profissional capacitado, como detalhado na Seção 2.4.1.4. Desse modo, não foi possível definir se a estrutura está realmente segura com esse método de ancoragem apenas por inspeção visual e com a utilização das equações e informações disponibilizadas na Seção 2.4.1.

#### 4.3.2.2 Superfície de cascalho

A estrutura analisada em superfície de cascalho estava localizada nas dependências do Centro de Estudos do Mar, no balneário de Pontal do Sul, em Pontal do Paraná, e seria utilizada para a realização de um evento da Universidade Federal do Paraná.

Figura 42: Tenda 10x10m piramidal e calhada em Pontal do Sul – PR.



Fonte: Autora (2023)

Assim como as demais estruturas analisadas até o momento e como requerido nas normas de segurança da ABNT, a tenda, de modelo 10x10m piramidal e calhada, possuía mãos francesas para evitar o deslocamento do eixo da tenda e âncoras de vara fixadas ao solo e ligadas à tenda por meio de uma corda de 2,6m, para manter a estrutura presa ao solo.

Figura 43: Sistemas de ancoragem e travamento em tenda 10x10m piramidal

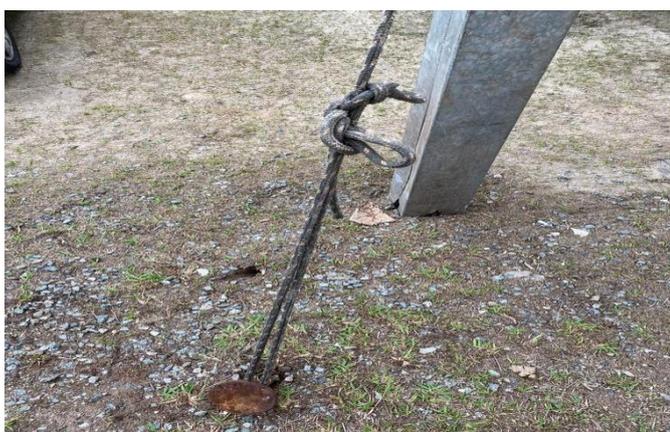


Fonte: Autora (2023)

Tal qual as tendas analisadas nas Seções 4.3.1.1, 4.3.1.2 e 4.3.1.3, as tendas fixadas em superfície de cascalho possuem coeficiente de fricção de 0,2 para o contato entre os pilares de aço e o solo e, sabendo que não se pode definir a estabilidade da estrutura apenas com essa informação, analisou-se os dispositivos de ancoragem dessa estrutura.

A âncora foi fixada ao solo de maneira semelhante à descrita em 4.3.1.2, com uma distância de cerca de 8cm do cabeço da âncora para a superfície do solo. A diferença está nas dimensões da âncora da tenda de 10x10m, que possui aproximadamente 80cm e diâmetro de 2,5cm.

Figura 44: Ancoragem em solo pedregoso



Fonte: Autora (2023)

Sabendo que a profundidade de cravação da âncora é de 72cm, o diâmetro mínimo de projeto deve ser de 2,3 m, pela equação (6). Assim, a âncora segue o que

é estabelecido pela NBR 15926-2 para evitar rompimentos que prejudiquem a segurança da estrutura.

#### 4.3.2.3 Superfície asfáltica

A última tenda analisada, de 10x10m e modelo tensionada, estava localizada em Paranaguá.

Figura 45: Tenda 10x10m tensionada e calhada, em Paranaguá - PR



Fonte: Autora (2023)

Nota-se pela Figura 45 que essa tenda possui, além das mãos francesas mantendo a estrutura em seu eixo, duas cintas catracas ligando a tenda às âncoras e duas âncoras fixadas ao solo. Esta fixação se deu por conta do local onde a tenda foi instalada, que é de área aberta e possui grande incidência de ventos, fazendo com que haja maior preocupação com a segurança da estrutura e sendo necessário reforços de ancoragem, como é definido pela NBR 15926-2 e descrito na Seção 2.4.1.4.

As cintas catracas foram conectadas diretamente à parte superior da calha, ficando com aproximadamente 3,05m de comprimento para uma largura de 5cm.

Por fim, os cabeços das âncoras ficaram a uma distância de cerca de 20cm da superfície do solo. Sabendo que as âncoras das tendas de 10x10m possuem aproximadamente 80cm de comprimento e 2,5cm de diâmetro, temos uma profundidade de ancoragem de cerca de 60cm. Para essa profundidade, o diâmetro mínimo, seguindo a equação (6), é de 2cm, o que foi respeitado na ancoragem dessa

estrutura e reforçado com a inserção de mais uma âncora em cada pilar, totalizando 8 âncoras de sustentação para a estrutura, com 2,5cm de diâmetro.

Figura 46: Ancoragem em solo asfáltico



Fonte: Autora (2023)

Percebe-se, pela Figura 46, que algumas âncoras não respeitavam a angulação de  $90^\circ$  estabelecida pela NBR 15926-2 e descrita na Seção 2.4.1.4, mas, ainda assim, a angulação da força de tensão vertical era maior ou igual a  $45^\circ$ , como é definido pela norma para que a ancora alcance sua capacidade máxima. Assim, considerando que as âncoras possuem o diâmetro mínimo necessário e que havia reforços de ancoragem para essa tenda, pode-se considerá-la segura contra os efeitos de deslizamento e erguimento.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 CONCLUSÕES

No presente estudo, buscou-se em campo verificar, mostrar e evidenciar quais os requisitos necessários para a segurança de tendas metálicas utilizadas no litoral do Paraná. Foram analisados os componentes dessas estruturas e como é realizada a ancoragem ao solo para 4 modelos de tendas em 5 superfícies de solo com características distintas. O conhecimento dos sistemas de segurança dessas tendas é importante pois frequentemente elas são utilizadas em eventos que reúnem boa parte da população e turistas do litoral paranaense.

Observa-se que os componentes das tendas seguem uma padronização, o que era esperado por conta do modelo de construção modular que é empregado nessas estruturas, onde as peças possuem os mesmos sistemas de conexão e se encaixam independentemente do comprimento, bem como alguns de seus sistemas de travamento, como as mãos francesas e esticadores, que possuem apenas duas variações de tamanho para diferentes modelos de tendas.

Verifica-se que a maioria das estruturas visitadas seguem o que é proposto pela ABNT 15926 2023 e demais normas técnicas de segurança em relação aos sistemas de travamento e ancoragem de tendas, percebe-se que todas as tendas possuem âncoras, cordas e mãos francesas em sua composição e, também, que as medidas dos diâmetros de âncoras utilizadas nas tendas estão de acordo com o diâmetro mínimo sugerido pela equação (6).

Algumas tendas possuem modificações nos meios de ancoragem para aumentar a resistência no contato com o solo quando necessário, como foi visto na Seção 4.3.2.1, em que âncora de vara foi substituída por uma cunha de madeira que se comportava como uma âncora de peso, e na Seção 4.3.2.1, onde houve a instalação de mais âncoras e modelos diferentes de esticadores, como sugerido na seção de ancoragem da norma para evitar o deslocamento da estrutura.

### 5.2 RECOMENDAÇÕES

Como sugestões para pesquisas futuras em Requisitos de Segurança Para Tendas de Eventos, foram identificadas algumas possíveis extensões:

- Estudar os tipos de ensaios e as características do solo necessárias para o uso de estacas do tipo peso, visto que estes não estão especificados na NBR 15926 2023;
- Verificar a viabilidade do uso de âncoras de peso em relação ao uso de âncoras de vara em solos com menor resistência a tração;
- Avaliar o desempenho de materiais de segurança como esticadores, mãos francesas e âncoras, utilizando-se das informações fornecidas pelo fabricante e através de softwares de análise estrutural.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Luiza Rangel de. **Estudo de sistemas construtivos pré-fabricados modulares aplicados em canteiros de obras**. Orientadora: Danielle Meireles de Oliveira. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

AMORIM, A.C.B.; SCUDELARI, A.D.; CUNHA, S.; GONÇALVES, J.E. **Eventos extremos de precipitação no Litoral do Paraná (Baía de Paranaguá)**. Revista Brasileira de Meteorologia, V 35, N. 4, P. 563-575, 2020.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15873: Coordenação modular para edificações**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15926-2: Equipamentos de parques de diversão Parte 2: Requisitos de segurança do projeto e de instalação**. Rio de Janeiro, 2023.

BASTOS, Raphael de C. S. C. **Da coordenação modular à construção modular: Estudos de caso**. Orientador: José Bento Ferreira. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

BRAGA, Leonardo. **Inspeção de estruturas**. Portal PI Engenharia. Disponível em: <https://piengenharia.com.br/inspecao-de-estruturas/> . Acesso em 29 set. 2023

CAMP TENDAS. **Especificações técnicas de lonas, tendas, ar condicionado, piso e equipe técnica**. Disponível em: <https://www.camptendas.com.br/especificacoes-tecnicas>. Acesso em 26 abr. 2023

CAMPELLO, Luiza. **Tudo sobre os esticadores da barraca de camping**. Portal Fui Acampar, 2014. Disponível em: <https://fuiacampar.com.br/tudo-sobre-os-esticadores-da-barraca-de-camping/>. Acesso em 09 jun. 2023.

CARVALHO, Gustavo Vieira de. **Projeto de um galpão temporário em aço com 40 metros de vão livre**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE MINAS GERAIS (CBMMG). **Instrução técnica n. 33: eventos temporários**. Diretoria de Atividades Técnicas. DOEMG n. 260, ano 128, pp. 06 e 07. Minas Gerais, 2020.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 13782: Temporary structures – Tents – Safety**. Brussels, 2005.

FREIRE, A. M. V. **Coordenação modular de projetos como ferramenta para a racionalização da construção**. Orientador: Fernando Henrique Sabbatini. Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão de Edifícios) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GRAND PILING. **Estacas prancha**. Disponível em: <https://www.estacaspranchas.com.br/product/strand-anchor-18.html>. Acesso em 08 jun. 2023.

GREENSPLIT. **Âncora de terra**. Disponível em: <https://www.greensplit.com/pt/bordaduras-de-relva/ancora-de-terra/>. Acesso em 08 jun. 2023.

GUARATUBA (PR). Ata de Registro de Preços Nº: 009/2022- PMG. Modalidade de Licitação: Pregão Eletrônico nº 067/2021- PMG. [**Contratação de empresa especializada na prestação de serviços de locação de tendas mensal e semanalmente**]. Departamento de Licitação. Guaratuba, 2022.

GUNTHER, Hartmut. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?**. Psicologia: Teoria e Pesquisa, V. 22, N. 2, P. 201-210, 2006.

KAPP, Silke et al. **Coordenação modular na construção civil**. Grupo de Pesquisa MOM. Minas Gerais, 2008.

LOC UP TENDAS. **Tenda chapéu de bruxa**. Disponível em: <https://locuptendas.com.br/tenda-chapeu-de-bruxa/>. Acesso em 26 abr. 2023

LONGO, Luis F. **(Exemplo) Lançamento de mão francesa**. Portal AltoQi, 2021. Disponível em: <https://suporte.altoqi.com.br/hc/pt-br/articles/360009801373--Exemplo-Lan%C3%A7amento-de-m%C3%A3o-francesa>. Acesso em 13 jun. 2023.

MALHEIROS, Rodrigo de M. **Dimensionamento de uma galeria metálica tipo viga caixão**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, Rio Grande do Sul, 2015.

MATINHOS (PR). Pregão presencial para registro de preços Nº 125/2018 – PMM. Processo Nº 232/2018. [**Contratação de empresa para locação de tendas e similares**]. Departamento de Licitação. Matinhos, 2018.

MENDES, Marcelo. **A influência do vento e arrasto sobre estruturas temporárias em eventos ao ar livre**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/influ%C3%Aancia-do-vento-e-arrasto-sobre-estruturas-em-eventos-mendes/?originalSubdomain=pt>. Acesso em 13 jun. 2023.

MOLITERNO, Antonio; BRASIL, Reyolando M. L. R F. **Elementos para projetos em perfis leves de aço**. São Paulo: Editora Blucher, 2015.

MUNDIAL TENDAS INDÚSTRIA E LOCAÇÃO LTDA. **Catálogo de produtos prontos**. Disponível em: [http://mundialtendas.com.br/index.php?route=product/product&product\\_id=110](http://mundialtendas.com.br/index.php?route=product/product&product_id=110). Acesso em 26 abr. 2023.

OLIVEIRA, Cleber C. **Segurança em eventos temporários: orientações sobre a responsabilidade técnica**. Belo Horizonte: CREA-MG, 2022.

OLIVEIRA, Janes C. A. **A coordenação modular como ferramenta de projeto de arquitetura e levantamento de componentes normatizados no mercado da construção civil do distrito federal**. Monografia. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2015.

PARANÁ. Secretaria do Planejamento e Projetos Estruturantes. **PDITS – Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável**. Paraná, 2011.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de Aço - Dimensionamento Prático**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, EDMÉA R. **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo de saúde pública**. Revista de Saúde Pública, v. 29, n. 4, p. 318-325, 1995.

PONTO FRIO. **Âncora do tipo vara**. Disponível em: [https://www.pontofrio.com.br/estaca-para-barraca-e-jardinagem-60-cm-tutor-03-unidades/p/1561148275?utm\\_campaign=DescontoEspecial&utm\\_medium=BuscaOrganica&utm\\_source=Google](https://www.pontofrio.com.br/estaca-para-barraca-e-jardinagem-60-cm-tutor-03-unidades/p/1561148275?utm_campaign=DescontoEspecial&utm_medium=BuscaOrganica&utm_source=Google) . Acesso em: abr. 2023.

REBOITA, M.S.; KRUSCHE, N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P. **Entendendo o tempo e o clima na América do Sul**. Terræ Didatica, v. 8, n. 1, p. 34-50, 2012.

RODRIGUES, Hugo F.; FERREIRA JUNIOR, E. L. **Construção Offsite: Um estudo sobre o Método Modular de Construção**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021.

RODRIGUES, Leonel. **Norma ajuda a orientar em instalações elétricas para eventos temporários**. Portal Sintec, 2015. Disponível em: <https://www.sintec-df.org.br/2015/05/norma-ajuda-orientar-em-instalacoes.html>. Acesso em 15 jun. 2023.

SÃO LUIS TENDAS. **Diferença entre tenda piramidal e sanfonada**. Disponível em: <http://www.saoluitendas.com.br/blog/28-diferenca-entre-tenda-piramidal-e-sanfonada>. Acesso em 08 jun. 2023.

SILVA, Valdir P.; PANNONI, Fabio D. **Estruturas de aço para edifícios: aspectos tecnológicos e de Concepção**. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

TENDAS PARANÁ. **Tendas sanfonadas**. Disponível em: <https://tendasparana.com.br/produtos/tendas-sanfonadas/>>. Acesso em 24 mai. 2023.

TENDAS PIEMONT. **Tenda piramidal 6x6.** Disponível em: <https://tendaspiemont.com.br/tenda-piramidal-6x6-com-calha/>. Acesso em 13 jun. 2023.

TENDAS RV2. **Fabrica de tendas e estruturas para eventos.** Disponível em: <https://tendasrv2.com.br/nossas-tendas/tenda-calhada/>. Acesso em 26 abr. 2023.

VONDER. **Produtos e acessórios.** Grupo OVD. Disponível em: <https://www.vonder.com.br/produtos-e-acessorios>. Acesso em 09 jun. 2023.

VUOLO, Aliny S.; DUTRA, Junior. **Industrialização na construção civil: Estudo de caso para construções modulares voltadas para edificações emergenciais.** Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2021.