

ISSN 1413-9928

***CADERNOS DE
ENGENHARIA DE ESTRUTURAS***

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Engenharia de Estruturas

**Emprego da madeira do gênero *Pinus* na construção de
estruturas de cobertura**

Roberto Vasconcelos Pinheiro
Francisco Antonio Rocco Lahr

Número 10
São Carlos, 1999

EMPREGO DA MADEIRA DO GÊNERO PINUS NA CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS DE COBERTURA

Roberto Vasconcelos Pinheiro¹ & Francisco Antonio Rocco Lahr²

RESUMO

A redução e escassez das matas nativas nas regiões Sul e Sudeste se deu principalmente em virtude da sua contínua e descontrolada exploração. Em vista disto e do incentivo fiscal, houve o aparecimento de grandes áreas de reflorestamento. Diante das circunstâncias, tomaram-se algumas espécies de Pinus como fonte alternativa para a obtenção de peças estruturais de madeira, com a recomendação do tratamento adequado para a preservação e classificação. O trabalho em questão tem como objetivo principal evidenciar a viabilidade técnica do emprego da madeira de Pinus na construção de estruturas treliçadas para cobertura. Como produto final da pesquisa, determinou-se também o consumo de madeira por metro quadrado de área coberta e o consumo de dispositivos de ligação. A utilização da madeira serrada de Pinus na construção civil, uma vez demonstrada sua viabilidade técnica, deverá se constituir em importante alternativa, considerando-se a implantação, a exploração e a possibilidade de manejo sustentados destas florestas artificiais, mantendo-se equilibrada a capacidade de oferta que, aliada à proximidade dos grandes centros consumidores, conduz a um custo final mais acessível. Finalmente, a plena utilização das florestas artificiais promove a desejada diminuição da pressão sobre as florestas nativas brasileiras.

Palavras-chaves: Madeira; Pinus; Estruturas de cobertura

1 INTRODUÇÃO

O atendimento dos requisitos do mercado de madeira serrada destinada à construção de estruturas, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, dado ao extrativismo contínuo e descontrolado das suas florestas nativas, tem sido através do fornecimento de matéria-prima proveniente das florestas localizadas nas regiões Centro-Oeste e Norte do país. Entretanto, aspectos técnicos e econômicos relacionados à exploração e ao transporte fazem com que a madeira acabe chegando aos grandes centros consumidores a um elevado custo final. Diante destas dificuldades, como fonte alternativa para obtenção de madeira serrada, têm sido consideradas as florestas artificiais (não nativas) plantadas em áreas de significativa extensão, em especial no próprio Estado de São Paulo. Trata-se de florestas de Eucalipto e de Pinus. Gradativamente, observa-se o crescimento do emprego estrutural de peças de madeira serrada provenientes das áreas de reflorestamento, principalmente nos cimbramentos de edifícios de concreto armado.

Mesmo assim, deve ser reconhecido que a utilização da madeira de Pinus na construção de estruturas ainda é percentualmente pequena, e vem sendo limitada em parte pela resistência do mercado consumidor, às vezes exageradamente conservador e refratário a novos materiais, e pela carência de informações tecnológicas provenientes

¹ Professor M.Sc. do Departamento de Engenharia – UNIFRAN. E-mail: pinheiro@sc.usp.br

² Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas – EESC – USP.
E-mail: frocco@sc.usp.br

de pesquisas adequadamente conduzidas, que incentivem o uso para a finalidade mencionada.

Neste contexto é feita a presente proposta de trabalho, com vistas à geração de informações que possam dar suporte para a difusão do emprego da madeira do gênero *Pinus* na construção de estruturas de cobertura.

1.1 Justificativas

As florestas artificiais de *Pinus* têm sido fornecedoras de matérias-primas para o atendimento de diversas necessidades. Podem ser citadas a fabricação de diferentes tipos de resinas e de produtos delas derivados, a produção de celulose de fibra longa e de papel, desde algum tempo consagradas. Mais recentemente, mencionam-se a indústria moveleira para abastecimento interno e para exportação, a produção de variados tipos de chapas aglomeradas, compensadas, sarrafeadas, laminado-colado, entre outras. Constantemente aumenta o número de alternativas para utilização da matéria-prima oriunda dos reflorestamentos. Com a necessidade de crescimento e desenvolvimento do país, o mesmo vem ocorrendo com relação à construção civil.

Há um certo consenso entre os pesquisadores ligados à engenharia florestal que, na produção de celulose, pasta e chapa de madeira aglomerada, devem ser aproveitados os resíduos das serrarias, das laminadoras e dos desbastes florestais, em geral com diâmetro reduzido. Desta forma, as madeiras com melhores propriedades intrínsecas (físico-mecânicas) seriam utilizadas na construção civil e, dentro dela, na construção de estruturas. Esta posição é perfeitamente compatível com idéia de uso múltiplo dos produtos florestais, garantindo-se maior rentabilidade através da adoção de técnicas silviculturais e de manejo adequado.

A utilização da madeira serrada de *Pinus* na construção de estruturas e, mais especificamente, na construção de coberturas, uma vez demonstrada sua viabilidade técnica, deverá se constituir em importante alternativa, considerando-se a economicidade dos custos de implantação, exploração e a possibilidade de manejo sustentados destas florestas artificiais, mantendo-se equilibrada a capacidade de oferta que, aliada à proximidade dos grandes centros consumidores, conduz a um custo final mais acessível. Finalmente, a plena utilização das florestas artificiais promove a desejada diminuição da pressão sobre as florestas nativas brasileiras.

1.2 Objetivo

O desenvolvimento das atividades de pesquisa constantes deste plano tem como objetivo primordial evidenciar a viabilidade técnica do emprego da madeira de *Pinus* na construção de estruturas de cobertura com vão livre entre seis e doze metros, considerando-se geometrias consagradas no meio técnico, como por exemplo, treliças de duas águas do tipo “Howe”, “Pratt” e “Fink”. Entre os subprodutos da pesquisa, podem ser mencionados a determinação do consumo de madeira por metro quadrado de área coberta em diferentes condições de projetos (tipo de telha, tipo de dispositivo de ligação entre peças estruturais, forma geométrica, etc), a avaliação de espaçamentos entre estruturas sob as citadas condições e o consumo de dispositivo de ligação entre peças estruturais.

2 METODOLOGIA

Entre todas as formas de utilização estrutural da madeira na construção civil, a estrutura de sustentação de coberturas é a mais difundida. Tal utilização foi consequência de alguns fatores, tais como:

- ⇒ grande quantidade de matéria-prima disponível nas florestas nativas;
- ⇒ relativa proximidade entre as matas nativas e os grandes centros consumidores;
- ⇒ baixo custo final da madeira processada.

Esses fatores levaram ao extrativismo exagerado provocando redução e escassez das espécies nativas. De algum modo, esse fato permitiu a implantação de áreas de reflorestamento. À vista do exposto, pode-se considerar que o emprego da madeira em telhados ocorreu, numa primeira fase, por meio da utilização da madeira retirada de árvores das florestas nativas. Na segunda fase - bem recente no Brasil - teve início a exploração das áreas de reflorestamento que fornecem material compatível para a pré-fabricação de estruturas treliçadas à produção de peças de madeira laminada-colada e de chapas de madeira reconstituída.

Diante dos fatos, e sabendo que, atualmente, no Brasil, as estruturas destinadas a coberturas estão muito aquém do esperado, no que diz respeito às etapas projetual e construtiva, optou-se pelo desenvolvimento de um trabalho teórico embasado na elaboração de vários projetos. Desta maneira, torna-se evidente a necessidade de racionalização do projeto e da produção, levando-se em conta a possível utilização de espécies de reflorestamento. De acordo com essa idéia e com o objetivo proposto, foram elaborados numerosos projetos, utilizando-se procedimentos condizentes com o contexto da engenharia civil. Para isto, foi necessário adotar algumas diretrizes, como explicitado a seguir:

- ⇒ Elaboração de projetos à luz dos conceitos do Método das Tensões Admissíveis (MTA): treliças do tipo “Howe” e “Fink”, vãos teóricos variando entre 6 e 12 metros, telhas de fibrocimento e aço, ligação entre elementos estruturais com parafusos de aço;
- ⇒ Elaboração de projetos à luz dos conceitos do Método dos Estados Limites (MEL): treliças do tipo “Howe” e “Fink”, vãos teóricos variando entre 6 e 12 metros, telhas de fibrocimento e aço, ligação entre elementos estruturais com parafusos de aço;
- ⇒ Elaboração de projetos à luz dos conceitos do Método das Tensões Admissíveis (MTA): treliças “PRATT” e “FINK”, vãos teóricos variando entre 6 e 12 metros, telhas de fibrocimento e aço, ligação entre elementos estruturais com chapas com dentes estampados (CDE);

Durante desenvolvimento do trabalho e para a elaboração segura e econômica de quaisquer projetos de estruturas de cobertura, houve a necessidade do uso de alguns documentos normativos. Assim sendo, utilizaram-se como respaldo as recomendações prescritas nas seguintes normas:

- ⇒ NBR 7190/97 - “Projetos de estruturas de madeira”;
- ⇒ NBR 7190/82 - “Cálculo e execução de estruturas de madeira”;
- ⇒ NBR 6120/82 - “Cargas para o cálculo de estruturas de edificações”;
- ⇒ NBR 6123/88 - “Forças devidas ao vento em edificações”;
- ⇒ NBR 8681/84 - “Ações e segurança nas estruturas”;
- ⇒ NBR 8800/86 - “Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios”;

Para efeito de dimensionamento e a fim de permitir o desenvolvimento do projeto, consideraram-se os seguintes elementos estruturais e suas principais características:

a) Estrutura principal (treliça)

- ⇒ geometria: treliças do tipo “Howe”, “Pratt” e “Fink”;
- ⇒ esquema estático: estrutura isostática interna e externamente;
- ⇒ nós considerados rótulas ideais;
- ⇒ carregamentos aplicados sobre os nós do banzo superior;
- ⇒ inclinação do banzo superior em relação à horizontal: 15 graus;
- ⇒ dispositivos de ligação: parafusos de aço e chapas com dentes estampados;
- ⇒ seções transversais definidas de acordo com os projetos.

b) Estrutura secundária (terça)

- ⇒ seção transversal e vão teórico compatíveis com as condições de projeto;
- ⇒ esquema estático: bi-apoiada em relação ao eixo de maior inércia, tendo como apoio os nós do banzo superior das treliças; para o eixo de menor inércia, as vigas são consideradas contínuas (dois tramos), sendo o apoio interno proporcionado por uma estrutura de travamento (barra de aço rosqueada) interceptando perpendicularmente o ponto médio do eixo axial da mesma.

c) Estrutura de Contraventamento

- ⇒ treliças dispostas no plano horizontal e no plano da cobertura (contendo o banzo inferior e superior, respectivamente);
- ⇒ treliças do plano de cobertura: compostas por terças e tirantes metálicos (barras de aço);
- ⇒ treliças do plano horizontal: compostas tirantes metálicos (barras de aço);
- ⇒ espaçamentos máximos de três treliças entre estruturas de contraventamento:
 - * treliças com ligações parafusadas: 6,5 e 10 metros;
 - * treliças com ligações com chapas com dentes estampados: 2 metros.

Tratando-se de peças de madeira de coníferas (*Pinus Elliottii* e *Pinus Taeda*) voltadas ao emprego estrutural, dois aspectos relevantes devem ser obrigatoriamente considerados: classificação e preservação. Para o trabalho em questão, admitiu-se que a qualidade final dos elementos seria suficientemente aceitável, a ponto de não comprometer o desempenho estrutural.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os documentos normativos já mencionados, foram obtidas pelo dimensionamento e pelas demais verificações pertinentes, as seções transversais dos elementos que compõem as estruturas principais (treliças), estruturas secundárias (terças), estruturas de contraventamento e de travamento.

3.1 Dimensões Finais das Estruturas Principais (Treliças)

A geometria dos elementos das estruturas principais é mostrada no Anexo "A".

3.2 Dimensões Finais das Estruturas de Contraventamento

As barras de aço rosqueadas que compõem as estruturas de contraventamento e de travamento têm diâmetro de 12 milímetros, conforme Item 7.3.2.2 da NBR 8800/86.

3.3 Dimensões Finais das Estruturas Secundárias (Terças)

No desenvolvimento de todos os projetos, admitiu-se comprimento máximo de 5 (cinco) metros para as vigas (6cmx12cm e 6cmx16cm). Para as estruturas secundárias (terças), foram obtidas as seguintes dimensões:

a) Cálculo pelo Método das Tensões Admissíveis (MTA)

➤ Estrutura do tipo "Howe" e "Fink", telha de fibrocimento e ligações com parafusos passantes:

- ⇒ Vão teórico: 10 a 12 metros
* 10 peças de 6cm x 16cm x 325cm
- ⇒ Vão teórico: 7 a 9 metros
* 8 peças de 6cm x 16cm x 325cm
- ⇒ Vão teórico: 6 metros
* 6 peças de 6cm x 16cm x 325cm

➤ Estrutura do tipo "Howe" e "Fink", telha de aço e ligações com parafusos passantes:

- ⇒ Vão teórico: 11 e 12 metros
* 8 peças de 6cm x 16cm x 375cm
- ⇒ Vão teórico: 6 a 10 metros
* 6 peças de 6cm x 16cm x 375cm

➤ Estrutura do tipo "Pratt" e "Fink", telha de fibrocimento e ligações através de CDE:

O vão teórico adotado é consequência da tecnologia adotada, ou seja, devido ao sistema construtivo industrializado (pré-fabricado).

- ⇒ Vão teórico: 10 a 12 metros
* 10 peças de 3,5cm x 7cm x 100cm
- ⇒ Vão teórico: 7 a 9 metros
* 8 peças de 3,5cm x 7cm x 100cm
- ⇒ Vão teórico: 6 metros
* 6 peças de 3,5cm x 7cm x 100cm

Observação: estas estruturas foram calculadas admitindo-se uma carga concentrada de 60 daN aplicada no ponto mais desfavorável (meio do vão).

➤ Estrutura do tipo "Pratt" e "Fink", telha de aço e ligações através de CDE:

- ⇒ Vão teórico: 10 a 12 metros
* 8 peças de 2,5cm x 5cm x 100cm
- ⇒ Vão teórico: 6 a 9 metros
* 6 peças de 2,5cm x 5cm x 100cm

Observação: estas estruturas foram calculadas admitindo-se uma carga concentrada de 20 daN aplicada no ponto mais desfavorável (meio do vão).

b) Cálculo pelo do Método dos Estados Limites (MEL)

➤ Estrutura do tipo “Howe” e “Fink”, telha de fibrocimento e ligações com parafusos passantes:

- ⇒ Vão teórico: 10 a 12 metros
* 10 peças de 6cm x 16cm x 425cm
- ⇒ Vão teórico: 7 a 9 metros
* 8 peças de 6cm x 16cm x 425cm
- ⇒ Vão teórico: 6 metros
* 6 peças de 6cm x 16cm x 425cm

➤ Estrutura do tipo “Howe” e “Fink”, telha de aço e ligações com parafusos passantes: Para os vãos teóricos de 11 e 12 metros, propõem-se, com base no consumo, duas alternativas:

a) Opção I

- ⇒ Vão teórico: 11 e 12 metros
* 8 peças de 6cm x 16cm x 500cm

b) Opção II

- ⇒ Vão teórico: 11 e 12 metros
* 8 peças de 6cm x 12cm x 425cm

Comparando-se ambas as opções, verificou-se que a segunda proporciona uma redução do consumo total (treliça e terça) - relação entre metros cúbicos de madeira e área coberta - em torno de 7 (sete) %. Portanto, para a mesma área coberta, necessita-se de maior número de treliças e estruturas de apoio (pilares). Os valores apresentados na Figura 2 referem-se ao item “a” (Opção I).

Para os demais vãos, obtiveram-se os seguintes valores:

- ⇒ Vão teórico: 9 e 10 metros
* 6 peças de 6cm x 16cm x 500cm
- ⇒ Vão teórico: 6 a 8 metros
* 6 peças de 6cm x 12cm x 425cm

3.4 Consumo Final de Material

Com a finalização de todos os projetos, são apresentados os resultados priorizando a abordagem referente aos seguintes tópicos:

- ⇒ consumo de madeira por unidade de área construída;
- ⇒ número de parafusos por unidade de volume;
- ⇒ massa de CDE por unidade de volume;
- ⇒ massa de estruturas de contraventamento (barras de aço rosqueadas - diâmetro 12 mm) por unidade de volume;
- ⇒ proporção entre o peso próprio dos parafusos e o peso próprio total da cobertura, obtida segundo o Método dos Estados Limites.

Tais valores são mostrados a seguir.

3.4.1 Consumo de Material das Treliças e Terças

a) Consumo de madeira

⇒ Telhas de Fibrocimento

O gráfico apresentado na Figura 1 foi obtido tomando como referência o tipo de telha (telha de fibrocimento). Considerando-se o mesmo dispositivo de ligação e o mesmo método de cálculo, observou-se que, para cada vão teórico e independentemente da forma geométrica das estruturas principais (treliças), os consumos se equivalem. Tomando-se os parafusos como base, pode-se afirmar que ao longo dos vãos considerados, o consumo de madeira obtido segundo o MEL é em média 6% menor se comparado com o MTA. De acordo com o MTA, verificou-se que ocorrem menores consumos em estruturas cujos dispositivos de ligação são as CDE. Em estruturas com vãos de 11 e 12 metros, a redução é de aproximadamente 20%, sendo a máxima diferença em torno de 30% nas estruturas com 7 metros. Nos demais vãos, a diferença é de 25% em média. Comparando os resultados obtidos de acordo com o MTA (estruturas com CDE) e o MEL (estruturas parafusadas), notou-se que o consumo de madeira relativo ao primeiro caso é sempre menor. Tais reduções são mostradas abaixo:

- ⇒ vãos de 7 a 8 metros: aproximadamente 25%;
- ⇒ vãos de 11 a 12 metros: aproximadamente 15%;
- ⇒ demais vãos: aproximadamente 20%.

Os valores extremos de consumo registrados para os vãos de 7 e 10 metros, são conseqüências do aumento do número de terças. Esse fato é facilmente entendido observando-se o Item 3.3 e o Anexo “A”.

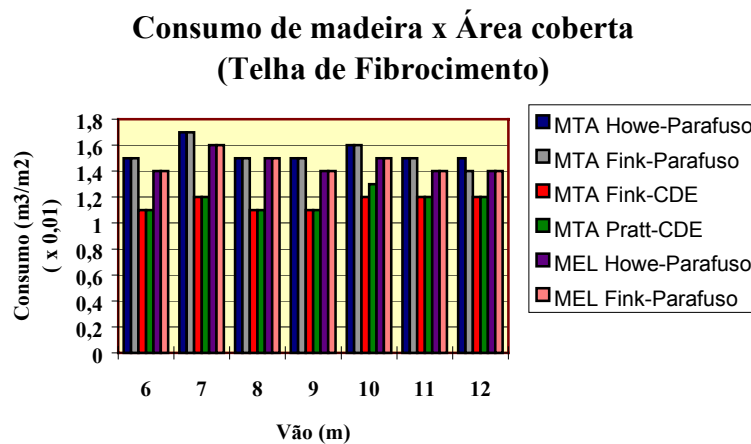


FIGURA 1 - Consumo de madeira x Área coberta (Telha de Fibrocimento)

⇒ Telhas de Aço

O gráfico apresentado na Figura 2 foi obtido tomando como referência as estruturas, cujo elemento de cobertura utilizado foi a telha de aço. Considerando-se ambos os métodos de cálculo e os parafusos como dispositivos de ligação, observou-se que, para cada vão teórico e independentemente da geometria das estruturas principais (treliças), os consumos se equivalem. Tomando-se os parafusos como referência, pode-se afirmar que ao longo dos vãos considerados, o consumo de madeira obtido segundo o MEL é sempre menor se comparado com o MTA. Para os vãos de 6 a 7 e 8 metros, a diferença é em torno de 22% e 17%, respectivamente. Para os demais vãos, este valor

decrece até aproximadamente 10%. Notou-se que, nas estruturas parafusadas, os picos das diferenças entre o MTA e o MEL referem-se aos vãos de 6 e 11 metros. Isso ocorreu devido ao acréscimo do número de terças, principalmente nas estruturas com 11 metros. Quanto às treliças de 6 metros, deve-se à relação entre o volume de madeira e a área de influência das mesmas. Esse fato é facilmente entendido observando-se o Anexo “A” e o Item 3.3. Nas estruturas do tipo “Pratt” com CDE, pode-se afirmar que as estruturas com vãos de 10 a 12 metros apresentam consumos de madeira superiores aos demais vãos e, este valor gira em torno de 10%. Verificou-se que, independentemente do vão considerado, os consumos da citada estrutura são aproximadamente 10% superiores se comparados às estruturas do tipo “Fink”. De acordo com o MTA, verificou-se que as maiores diferenças entre consumos ocorrem em estruturas com vãos de 6 a 8 metros e CDE como dispositivo de ligação. Nesses vãos, têm-se diferenças em torno de 30% a 15%, respectivamente. Nos demais, os valores se equivalem. Comparando-se os resultados obtidos de acordo com o MTA (estruturas do tipo “Fink” com CDE) e o MEL (estruturas parafusadas), notou-se que o consumo de madeira é praticamente igual. Com referência às estruturas do tipo “Pratt”, verificou-se um consumo em torno de 10% maior se comparado com o MEL. Tal fato é justificado, observando-se o exposto no Item 3.3 e no Anexo “A”.

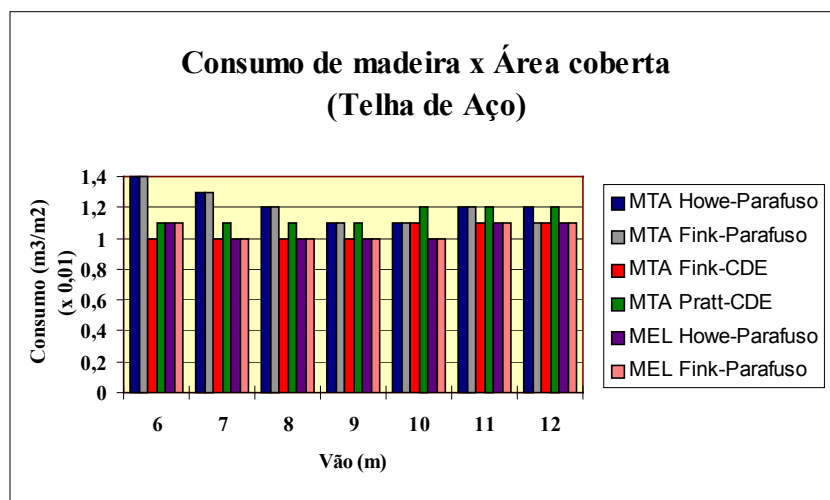


FIGURA 2 - Consumo de madeira x Área coberta (Telha de Aço)

b) Consumo de parafusos

⇒ *Telhas de Fibrocimento*

O gráfico da Figura 3 registra os consumos de parafusos em relação ao volume de madeira empregado nas estruturas em estudo, considerando-se as telhas de fibrocimento como elemento de cobertura. Segundo os resultados obtidos através do MTA e o MEL, constatou-se que as estruturas do tipo “Howe” levam a maiores consumos de parafusos. Com auxílio do Anexo “A”, verificou-se que a maior diferença de consumo entre ambos os métodos de cálculos ocorre nas estruturas com 10 metros de vão. Tal fato está diretamente relacionado com as emendas entre elementos estruturais do banzo inferior e nas quantidades de nós existentes. Tomando-se como referência o MTA, observou-se o decréscimo do consumo nas estruturas principais com 7 metros. Isso aconteceu devido ao acréscimo do volume das estruturas secundárias (terças). Em relação ao MEL, observou-se também o aumento do volume de madeira e do número de

parafusos em relação ao volume da mesma. De acordo com os dois métodos de cálculo, constatou-se que os acréscimos de consumo referentes às estruturas de 11 e 12 metros são bastante significativos. A explicação do ocorrido deve-se às emendas dos elementos estruturais do banzo superior. De acordo com a Figura 3, pode-se afirmar que o consumo de parafusos segundo o MEL é mais elevado. Isso ocorreu em razão da abordagem dada pelo PNBR 7190/96 - no que se refere aos coeficientes de ponderações de ações -, o qual proporcionou esforços internos consideravelmente elevados.

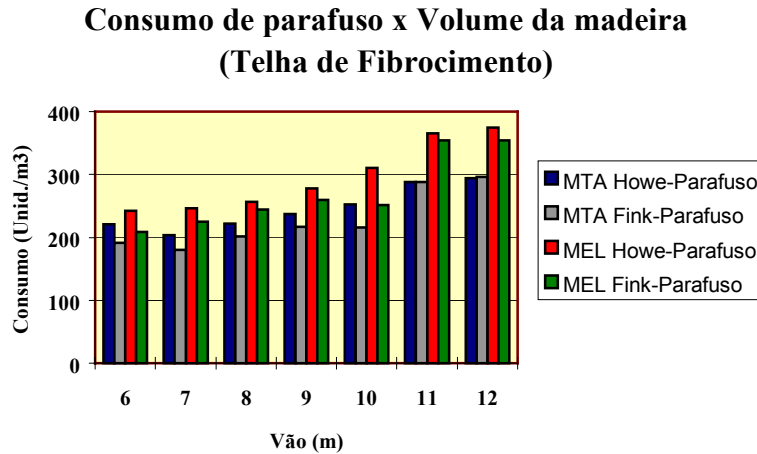


FIGURA 3 - Consumo de parafuso x Volume de madeira (Telha de Fibrocimento)

⇒ *Telhas de Aço*

O gráfico da Figura 4 registra os consumos de parafusos em relação ao volume de madeira empregado, considerando estruturas com telhas de aço.

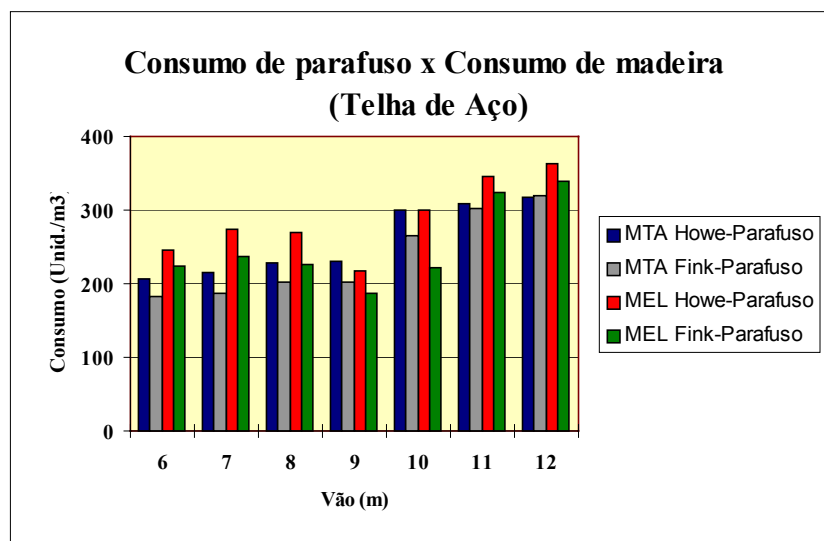


FIGURA 4 - Consumo de parafuso x Volume de madeira (Telha de Aço)

Segundo os resultados obtidos de acordo com o MTA e o MEL, constatou-se que, na maioria das vezes, as estruturas do tipo “Howe” levam a maiores consumos de parafusos. Com auxílio do Anexo ”A”, verificou-se que a maior diferença de consumo entre ambos os métodos de cálculos ocorre nas estruturas com 10 metros de vão. Tal fato está diretamente relacionado com as emendas entre elementos estruturais do banzo inferior e com a mudança da forma geométrica das estruturas. Tomando-se como referência o MEL, observou-se o decréscimo do consumo nas estruturas com 9 metros de vão. Isso aconteceu devido ao maior acréscimo do volume de madeira - principalmente das estruturas secundárias (terças)- em relação ao número de parafusos. Para o MTA, houve também o aumento do volume de madeira e do número de parafusos, porém o consumo de parafusos permaneceu praticamente constante para ambos os tipos de estruturas. Esses fatos são facilmente entendidos observando-se o Anexo “A” e o Item 3.3. De acordo com o MEL, constatou-se que os acréscimos de consumo referentes às estruturas de 11 e 12 metros são bastante significativos. Devem-se ao aumento do número de parafusos das emendas dos elementos estruturais do banzo superior. Tal fato é decorrência dos elevados valores de tração nos elementos do banzo superior. Pode-se afirmar que o consumo de parafusos segundo o MEL é superior ao do MTA, exceto em estruturas com 9 metros de vão. Cabem aqui, as mesmas justificativas abordadas para as estruturas, cujo elemento de cobertura considerado é de telha fibrocimento.

c) Consumo de CDE

O gráfico abaixo (Figura 5) registra os resultados da avaliação do consumo de CDE em relação ao volume de madeira empregado.

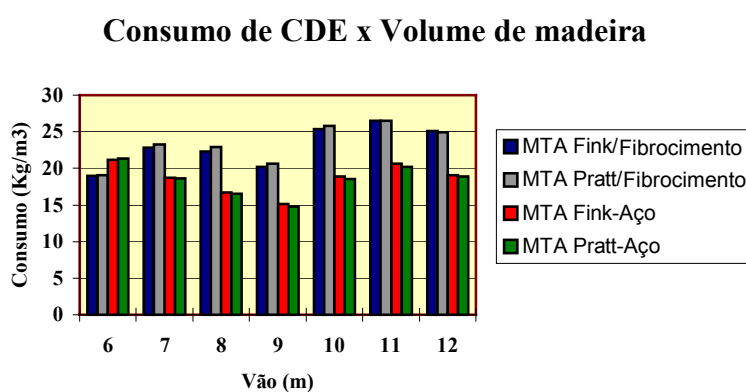


FIGURA 5 - Consumo de CDE x Volume de madeira

Observou-se o maior consumo de CDE referente às estruturas com telhas de fibrocimento, exceto nas estruturas com 6 metros. Este fato deve-se à massa de CDE e ao maior volume de madeira empregado pelas mesmas. Com base nas estruturas do tipo “Pratt” e “Fink”, ambas com telhas de fibrocimento, verificou-se que, em cada vão, o consumo de CDE é praticamente igual. O mesmo pode ser afirmado para as estruturas de cobertura com telhas de aço, porém, com valores inferiores ao primeiro. Foi observado o aumento abrupto do consumo de CDE referente às estruturas de 7 e 10 metros de vão com telhas de fibrocimento. Tal fato deve-se, principalmente, às variações geométricas sofridas pelas estruturas. Essas variações proporcionaram maior número de nós e, conseqüentemente, maior volume de madeira e maior massa de CDE.

Entretanto, o aumento desta em relação ao acréscimo de volume de madeira resultou num aumento do consumo de CDE. Verificou-se, também, que as estruturas com 11 metros têm consumo superior às demais. Este acréscimo deve-se à introdução de dispositivos de ligação nas emendas de elementos estruturais do banzo superior das mesmas. Tais comentários servem também para as estruturas com telhas de aço e vãos de 10 e 11 metros, respectivamente. Para cada vão, verificou-se que, em estruturas com telhas de aço e fibrocimento com ligações por meio de CDE, o consumo independe da forma geométrica das mesmas.

3.4.2 Consumo de Material das Estruturas de Contraventamento

d) Consumo de barras de aço rosqueadas

Os valores apresentados na última coluna (Consumo x Volume de madeira) das tabelas D1 a D12 relacionam a massa de barras de aço rosqueadas com o volume de madeira contidos em 3 (três) estruturas. Tal fato, é consequência dos espaçamentos adotados para as estruturas de contraventamento.

⇒ *Telhas de Fibrocimento*

Tabela D1 - MTA - Estrutura do tipo "Howe" - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	110	12	1	129
7	140			124
8	153			128
9	166			129
10	199			126
11	212			129
12	225			131

Tabela D2 - MTA - Estrutura do tipo "Fink" - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	100	12	1	117
7	125			110
8	137			115
9	149			117
10	182			117
11	194			119
12	208			123

Tabela D3 - MTA - Estrutura do tipo "Fink" - CDE.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	36	12	1	179
7	45			172
8	50			175
9	54			171
10	67			179
11	72			181
12	76			178

Tabela D4 - MTA - Estrutura do tipo "Pratt" - CDE.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	41	12	1	198
7	50			192
8	55			193
9	59			186
10	71			188
11	76			186
12	81			185

Tabela D5 - MEL - Estrutura do tipo "Howe" - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	134	12	1	126
7	174			123
8	189			126
9	205			132
10	246			127
11	262			131
12	277			131

Tabela D6 - MEL - Estrutura do tipo "Fink" - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	112	12	1	102
7	142			99
8	157			105
9	172			110
10	227			116
11	242			120
12	256			119

⇒ *Telhas de Aço***Tabela D7** - MTA - Estrutura do tipo “Howe” - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	92	12	1	111
7	102			116
8	112			121
9	121			122
10	130			118
11	172			130
12	183			134

Tabela D8 - MTA - Estrutura do tipo “Fink” - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	80	12	1	97
7	89			102
8	99			108
9	107			109
10	114			105
11	157			120
12	167			123

Tabela D9 - MTA - Estrutura do tipo “Fink” - CDE.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	35	12	1	194
7	39			191
8	44			193
9	49			194
10	57			183
11	61			180
12	66			180

Tabela D10 - MTA - Estrutura do tipo “Pratt” - CDE.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	39	12	1	210
7	44			207
8	48			200
9	53			199
10	59			179
11	65			184
12	69			183

Tabela D11 - MEL - Estrutura do tipo "Howe" - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	115	12	1	131
7	128			139
8	140			137
9	162			117
10	169			111
11	231			125
12	245			130

Tabela D12 - MEL - Estrutura do tipo "Fink" - Parafusos passantes.

Vão (m)	Comprimento das barras (m)	Diâmetro (mm)	Massa Linear (Kg/m)	Consumo por Volume de Madeira (Kg/m ³)
6	99	12	1	116
7	111			123
8	123			119
9	138			100
10	144			94
11	208			111
12	221			115

3.5 Relação - Peso Próprio de Parafusos e Peso da Estrutura

À vista do exposto nas Tabelas 13 e 14, verificou-se que a relação entre o peso próprio dos parafusos e o peso total da estrutura varia de 1,7 a 2,6% nas estruturas do tipo "Howe" e de 1,5 a 2,5% nas estruturas do tipo "Fink".

Tabela 13 - MEL - Estrutura do tipo "Howe", telha de fibrocimento.

Vão (m)	Vol. Total de Madeira (m ³)	Peso Próprio de Madeira (daN)	Peso Próprio Tot. da Estrutura (daN)	Número de Parafusos (Unid.)	Peso Próprio de Parafusos (daN)	Razão do Peso Próprio dos Paraf. e Estrutura (%)
6	0,356	199,4	729,8	86	12,3	1,7
7	0,472	264,3	883,1	116	16,6	1,9
8	0,500	280,0	987,2	128	18,3	1,9
9	0,518	290,1	1085,7	144	20,6	1,9
10	0,646	361,8	1245,8	200	28,6	2,3
11	0,667	373,5	1345,9	236	33,7	2,5
12	0,705	394,8	1455,6	264	37,7	2,6

Tabela 14 - MEL - Estrutura do tipo "Fink", telha de fibrocimento.

Vão (m)	Vol. Total de Madeira (m ³)	Peso Próprio de Madeira (daN)	Peso Próprio Tot. da Estrutura (daN)	Número de Parafusos (Unid.)	Peso Próprio de Parafusos (daN)	Razão do Peso Próprio dos Paraf. e Estrutura (%)
6	0,365	204,4	734,8	76	10,9	1,5
7	0,480	268,8	887,6	108	15,4	1,7
8	0,501	280,6	987,8	122	17,4	1,8
9	0,523	292,9	1088,5	136	19,4	1,8
10	0,654	366,2	1250,2	164	23,4	1,9
11	0,673	376,9	1349,3	238	34,0	2,5
12	0,717	401,5	1462,3	254	36,3	2,5

A partir dos resultados apresentados nas Tabelas 15 e 16, verificou-se que a relação entre o peso próprio dos parafusos e o peso total da estrutura varia de 2 a 3,7% nas estruturas do tipo “Howe” e de 1,8 a 3,4% nas estruturas do tipo “Fink”.

Tabela 15 - MEL - Estrutura do tipo “Howe”, telha de aço.

Vão (m)	Vol. Total de Madeira (m ³)	Peso Próprio de Madeira (daN)	Peso Próprio Tot. da Estrutura (daN)	Número de Parafusos (Unid.)	Peso Próprio de Parafusos (daN)	Razão do Peso Próprio dos Parafusos e Estrutura (%)
6	0,293	164,1	375,8	66	9,4	2,5
7	0,308	172,5	419,4	76	10,9	2,5
8	0,341	191,0	473,2	82	11,7	2,5
9	0,461	258,2	631,7	90	12,9	2,0
10	0,507	283,9	698,9	142	20,3	2,9
11	0,615	344,4	800,9	196	28,0	3,5
12	0,632	353,9	851,9	218	31,1	3,7

Tabela 16 - MEL - Estrutura do tipo “Fink”, telha de aço.

Vão (m)	Vol. Total de Madeira (m ³)	Peso Próprio de Madeira (daN)	Peso Próprio Tot. da Estrutura (daN)	Número de Parafusos (Unid.)	Peso Próprio de Parafusos (daN)	Razão do Peso Próprio dos Parafusos e Estrutura (%)
6	0,285	159,6	371,3	58	8,3	2,2
7	0,302	169,1	416,0	64	9,1	2,2
8	0,345	193,2	475,4	70	10,0	2,1
9	0,461	258,2	631,7	78	11,1	1,8
10	0,515	288,4	703,4	104	14,9	2,1
11	0,626	350,6	807,1	188	26,9	3,3
12	0,643	360,1	858,1	204	29,1	3,4

4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou as seguintes conclusões:

a) É viável a construção de estruturas de cobertura, utilizando-se a madeira do gênero *Pinus*, para vãos teóricos entre 6 e 12 metros. O consumo varia de 0,011 a 0,017 e de 0,010 a 0,014 metros cúbicos de madeira por metro quadrado de área coberta, para as estruturas de cobertura com telha de fibrocimento e aço, respectivamente. Estes valores são compatíveis com os consumos obtidos por PINHEIRO et al. (1993) para estruturas de cobertura construídas a partir de espécies nativas. As seções transversais das estruturas de *Pinus* têm dimensões compatíveis com as disponíveis comercialmente, evidenciando-se ainda mais a viabilidade do seu emprego para a mencionada finalidade. Em se tratando de espécies susceptíveis à demanda biológica, é imprescindível a preservação dos elementos estruturais. Dada a ocorrência de defeitos naturais, própria dessas espécies de reflorestamento, é conveniente que se proceda a classificação prévia dos componentes estruturais das treliças.

b) O consumo de madeira por metro quadrado de área coberta, nas diferentes condições de projeto (forma geométrica, tipos de telhas, dispositivos de ligação), atinge os valores apresentados no Item 3.4.1.a.

c) A avaliação dos espaçamentos entre estruturas, fundamentada no cálculo das estruturas secundárias (terças), está apresentada no Item 3.3. Para as estruturas projetadas segundo o MTA, permite-se considerar que os valores obtidos estão dentro

da faixa usualmente utilizada em construções desta natureza. De acordo com o MEL, foi possível alcançar valores superiores.

d) O consumo de dispositivos de ligação (parafusos passantes) obtido segundo o MEL foi superior ao do MTA. Este fato proporcionou um aumento do volume de madeira das treliças, em virtude da necessidade de maiores áreas para a locação dos parafusos. Entretanto, com base no Item 3.4.1.a, verificou-se que o consumo total de madeira ainda permaneceu inferior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA VEIGA, A. *Cultura de Pinus*. São Paulo, Instituto Florestal, 1981. (Atualização do texto do Boletim Técnico n. 5).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR - 7190 - Cálculo e execução de estruturas de madeira*. Rio de Janeiro, 1982.

_____. *NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações*. Rio de Janeiro, 1982.

_____. *NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas*. Rio de Janeiro, 1984.

_____. *NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios*. Rio de Janeiro, 1986.

_____. *NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações*. Rio de Janeiro, 1988.

_____. *NBR 7190 - Projetos de estruturas de madeira*. Rio de Janeiro, 1997.

BARROS JR., O.; HELLMEISTER, J. C. Industrialização de estruturas de madeira para cobertura In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 3., São Carlos, 1989. *Anais*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1989. v.4, p.131-146.

BERTOLANI, F. - As experiências com Pinus no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE REFLORESTADORES, 4., Campo Grande, 1978. *Anais*. São Paulo, UNIPRESS, 1978. p. 33-36.

BORTOLETTO JR., G. *Indicações para utilização da madeira de seis espécies e variedades de Pinus aplicada na construção civil*. São Carlos, 1993. 119p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BROCHARD, F. X. *Bois et charpente en bois*. Paris, Eyrolles, 1960.

CAVALCANTE, M. S. *Deterioração biológica e preservação de madeiras*. São Paulo, IPT, 1982. (Pesquisa & Desenvolvimento).

- FURIATI, M. Engevix S.A. - Classificação estrutural de peças de madeira. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 1., São Carlos, 1983. *Anais*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1983. Características, p.1-30.
- GALVÃO, A. P. M. *Processos práticos para preservar a madeira*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luís de Queiróz, 1976.
- INFORMATIVO QUADRIMESTRAL SOBRE O SETOR FLORESTAL PAULISTA. *Florestar Estatístico*, São Paulo, v.2, n. 6, nov-94/ fev.-95.
- KARLSEN, G. G. *Wooden structures*. Moscou, Mir Publishers, 1967.
- LELIS, A. T. *Cupins - prevenção e erradicação / Preservação de Madeiras*. São Paulo, ABPM., 1975/76. p.51-58
- LEPAGE, E. S. et al. *Manual de preservação de madeiras*. São Paulo, IPT, 1986. v.1.
- MOLITERNO, A. *Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira*. São Paulo, Edgard Blücher, 1981.
- PINHEIRO, R. V.; LAHR, F. A. R. Emprego de espécies de madeiras alternativas em estruturas de cobertura para construções rurais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL, 2., / CONGRESSO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL, 4., Neuquén, Argentina, 1996. *Anais*. Neuquén, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Camahue, 1996.
- PINHEIRO, R. V. et al. Espécies de madeiras alternativas para a construção de estruturas de cobertura. In: JORNADAS SUDAMERICANAS DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL, 26., Montevideo, Uruguai, 1993. *Anais*. Montevideo, Facultad de Ingeniería, Instituto de Estructuras y Transporte, 1993. v.5, p. 313-84.
- UJVARI, W. Z. Ligações em madeira, feitas com conectores dentados “Gang-Nail”. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 1., São Carlos, 1983. *Anais*. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1983. Ligações p.1-25.

ANEXO “A”

As geometrias adotadas em virtude do desenvolvimento do projeto de pesquisa em questão, estão apresentadas a seguir:

1) Método das Tensões Admissíveis - Parafusos Passantes

Observação: todas as dimensões estão em centímetros.

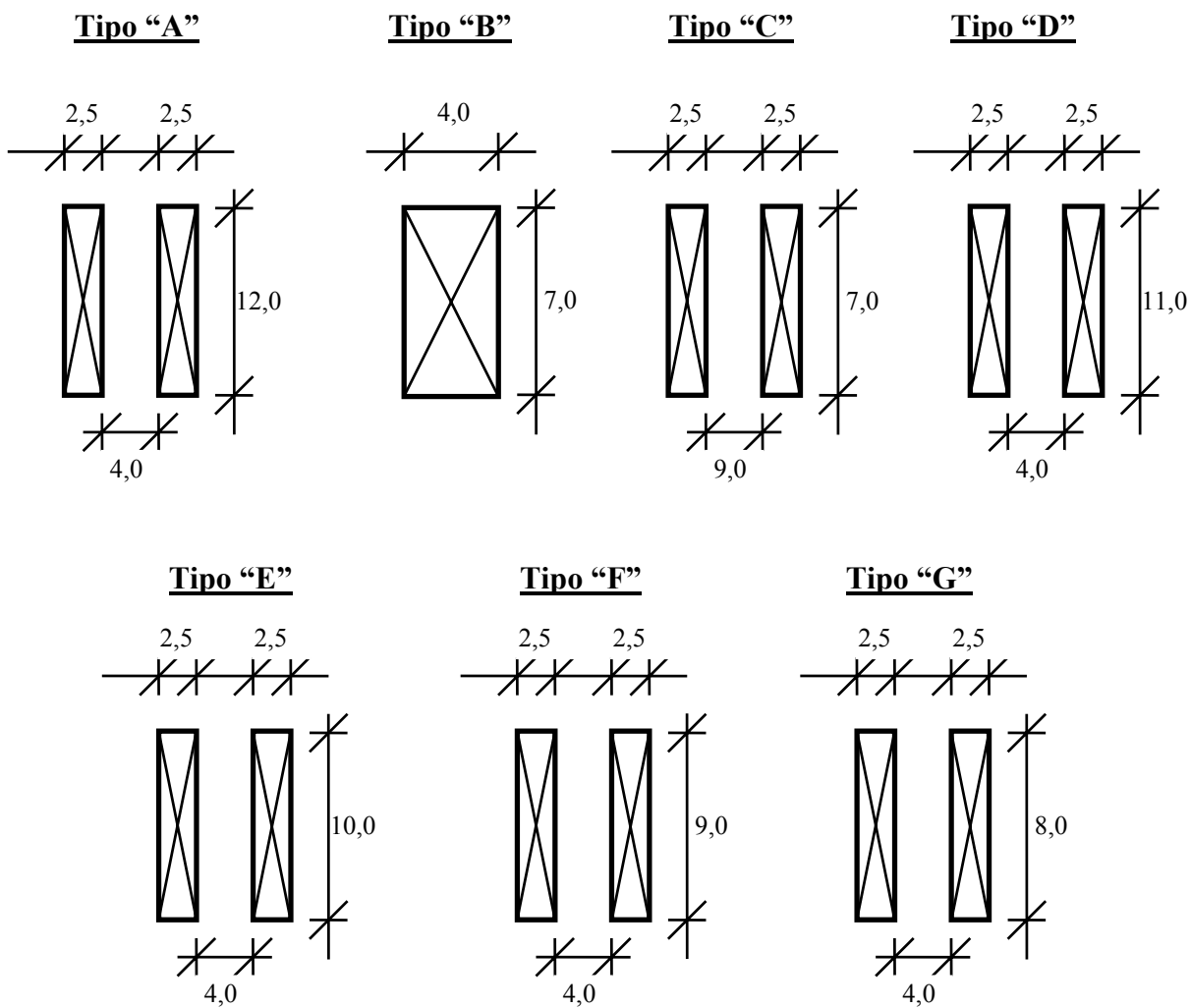


FIGURA 6 - Tipos de seções transversais dos elementos estruturais

Treliça "Howe" com telha de Fibrocimento

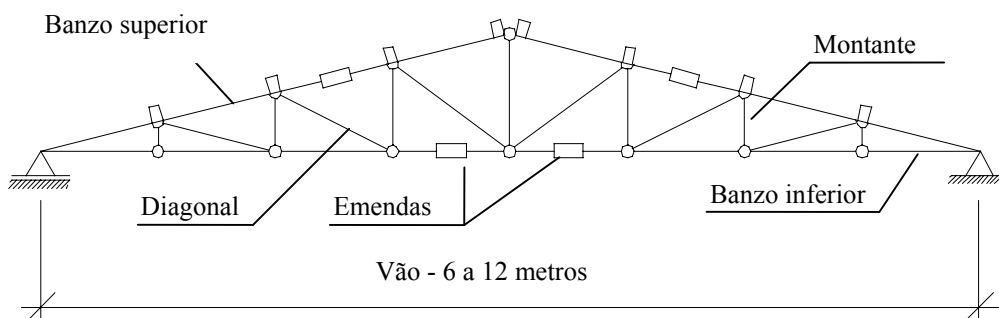


FIGURA 7 - Esquema geral da estrutura

TABELA 17 - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Fibrocimento	10	B. superior e B. inferior	todas	Tipo "D"
	11 e 12	B. superior e B. inferior		Tipo "A"
	10 a 12	Diagonal e Montante		Tipo "C"
Fibrocimento	7	B. superior	todas	Tipo "G"
	7	B. inferior		Tipo "D"
	8	B. superior		Tipo "G"
	8	B. inferior		Tipo "A"
	9	B. superior/ B. inferior		Tipo "D"
Fibrocimento	7 a 9	Diagonal	todas	Tipo "C"
	7 a 9	Montante		Tipo "B"
Fibrocimento	6	B. superior B. inferior Diagonal Montante	todas	Tipo "G" Tipo "E" Tipo "C" Tipo "B"

Treliça "Howe" com telha de Aço

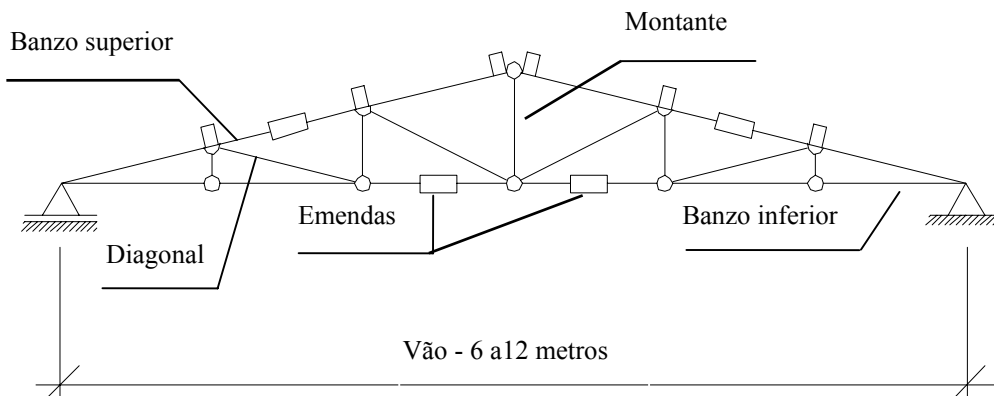


FIGURA 8 - Esquema geral da estrutura

TABELA 18 - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Aço	6 a 8	B. inferior	todas	Tipo "E"
	6 a 8	B. superior		Tipo "G"
	9 a 12	B. inferior		Tipo "D"
	9 a 12	B. superior		Tipo "F"
	6 a 12	Diagonal		Tipo "C"
	6 a 12	Montante		Tipo "B"

Treliça "Fink" com telha de Fibrocimento

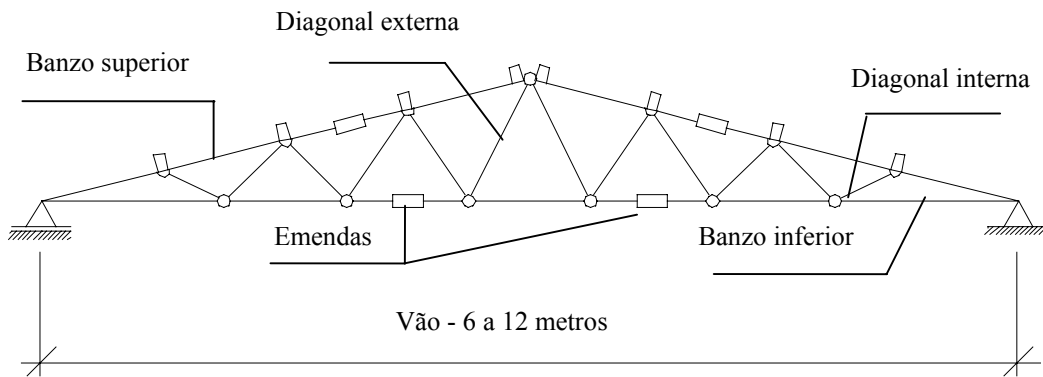
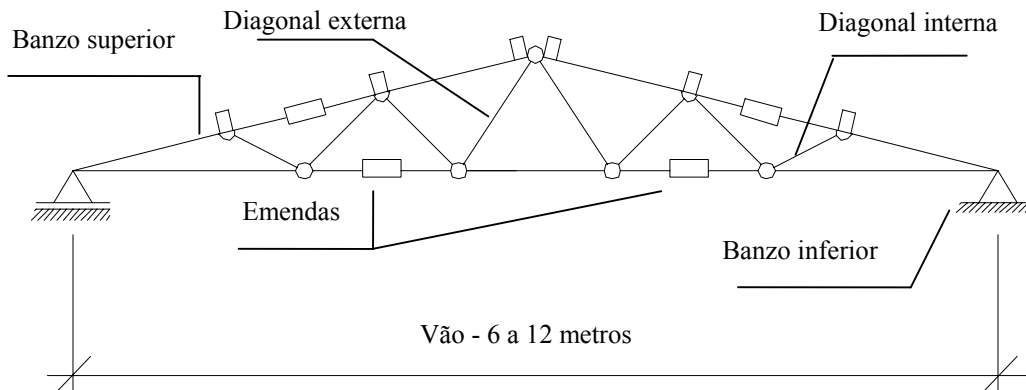


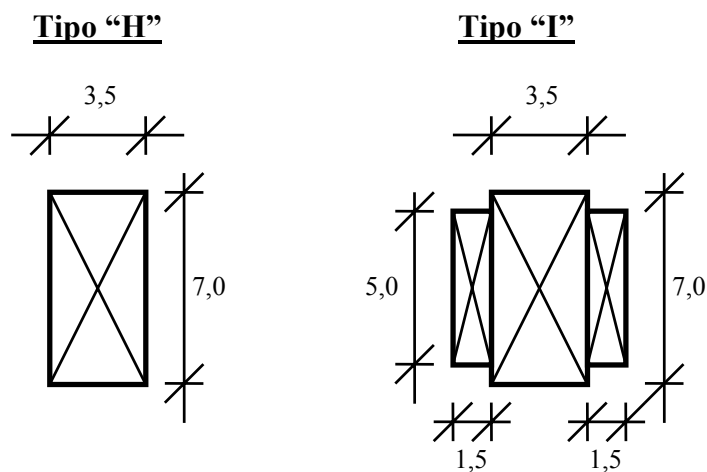
FIGURA 9 - Esquema geral da estrutura

TABELA 19 - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
	10	B. superior/ B. inferior		Tipo "D"
	11 e 12	B. superior e B. inferior	todas	Tipo "A"
	10 a 12	Diagonal externa Diagonal interna		Tipo "C" Tipo "B"
Fibrocimento	7	B. superior		Tipo "G"
	7	B. inferior		Tipo "D"
	8	B. superior		Tipo "G"
	8	B. inferior		Tipo "A"
	9	B. superior/ B. inferior	todas	Tipo "D"
	7 a 9 7 a 9	Diagonal externa Diagonal interna		Tipo "C" Tipo "B"
	6	B. superior B. inferior Diagonal externa Diagonal interna	todas	Tipo "G" Tipo "E" Tipo "C" Tipo "B"

Treliça “Fink” com telha de Aço**FIGURA 10** - Esquema geral da estrutura**TABELA 20** - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Aço	6 a 8	B. inferior B. superior	todas	Tipo “E” Tipo “G”
	9 a 12	B. inferior B. superior		Tipo “D” Tipo “F”
	6 a 12	Diagonal Montante		Tipo “C” Tipo “B”

2) Método das Tensões Admissíveis - Chapas com Dentes Estampados**FIGURA 11** - Tipos de seções transversais dos elementos estruturais

Treliça “Pratt” com telha de Fibrocimento

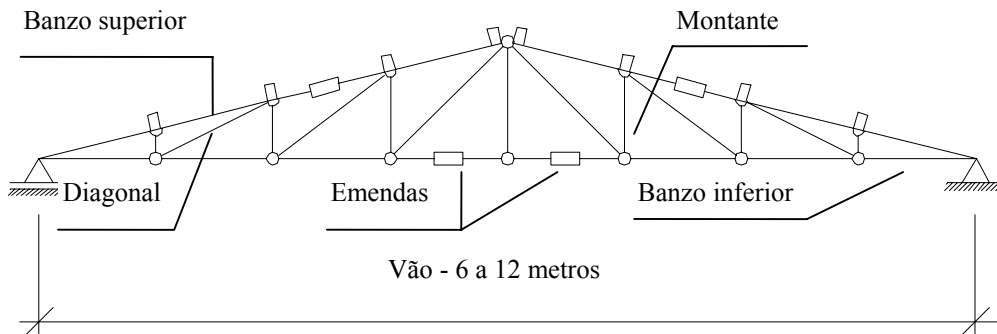


FIGURA 12 - Esquema geral da estrutura

TABELA 21 - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Fibrocimento	6 a 12	B. superior B. inferior, Diagonal e Montante	todas	Tipo “I” Tipo “H”

Treliça “Pratt” com telha de Aço

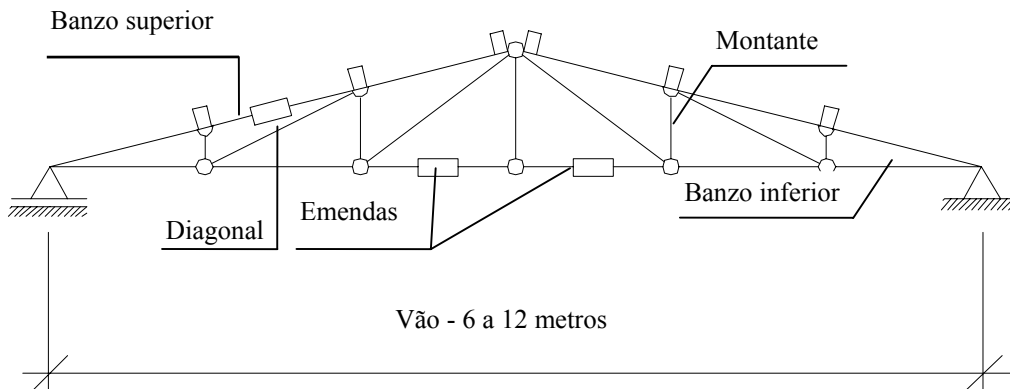
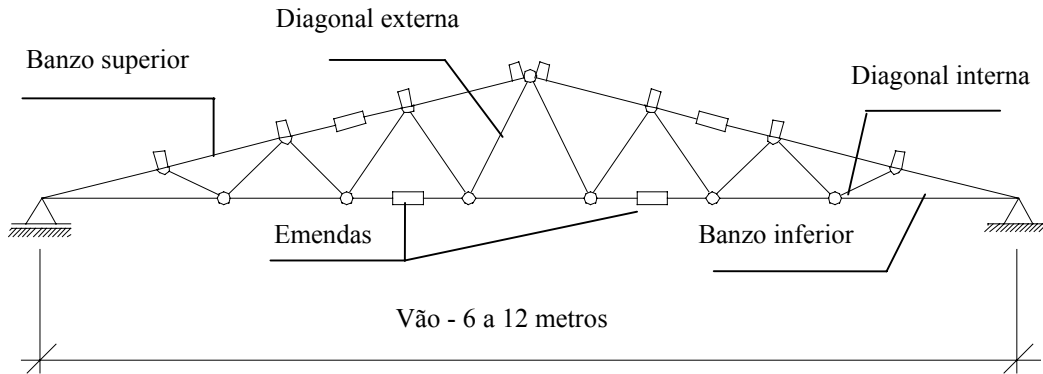


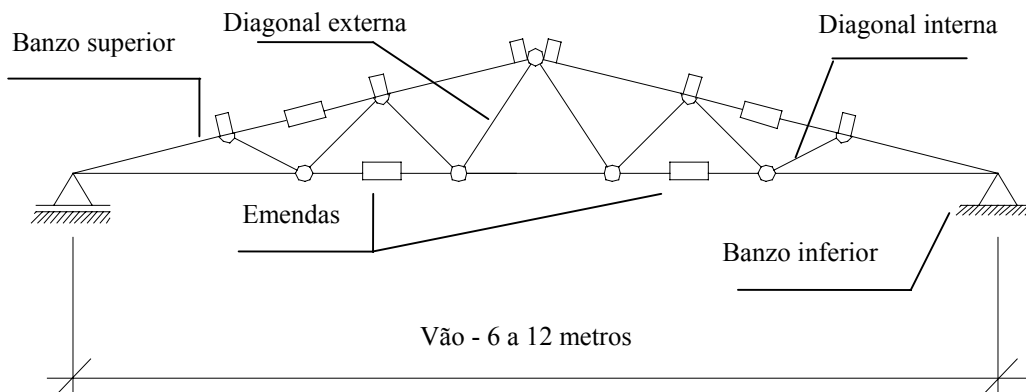
FIGURA 13 - Esquema geral da estrutura

TABELA 22 - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Fibrocimento	6 a 12	B. superior B. inferior, Diagonal e Montante	todas	Tipo “I” Tipo “H”

Treliça “Fink” com telha de Fibrocimento**FIGURA 14** - Esquema geral da estrutura**TABELA 23** - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Fibrocimento	6 a 12	B. superior B. inferior e Diagonal	todas	Tipo “I” Tipo “H”

Treliça “Fink” com telha de Aço**FIGURA 15** - Esquema geral da estrutura**TABELA 24** - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Fibrocimento	6 a 12	B. superior B. inferior e Diagonal	todas	Tipo “I” Tipo “H”

3) Método dos Estados Limites - Parafusos Passantes

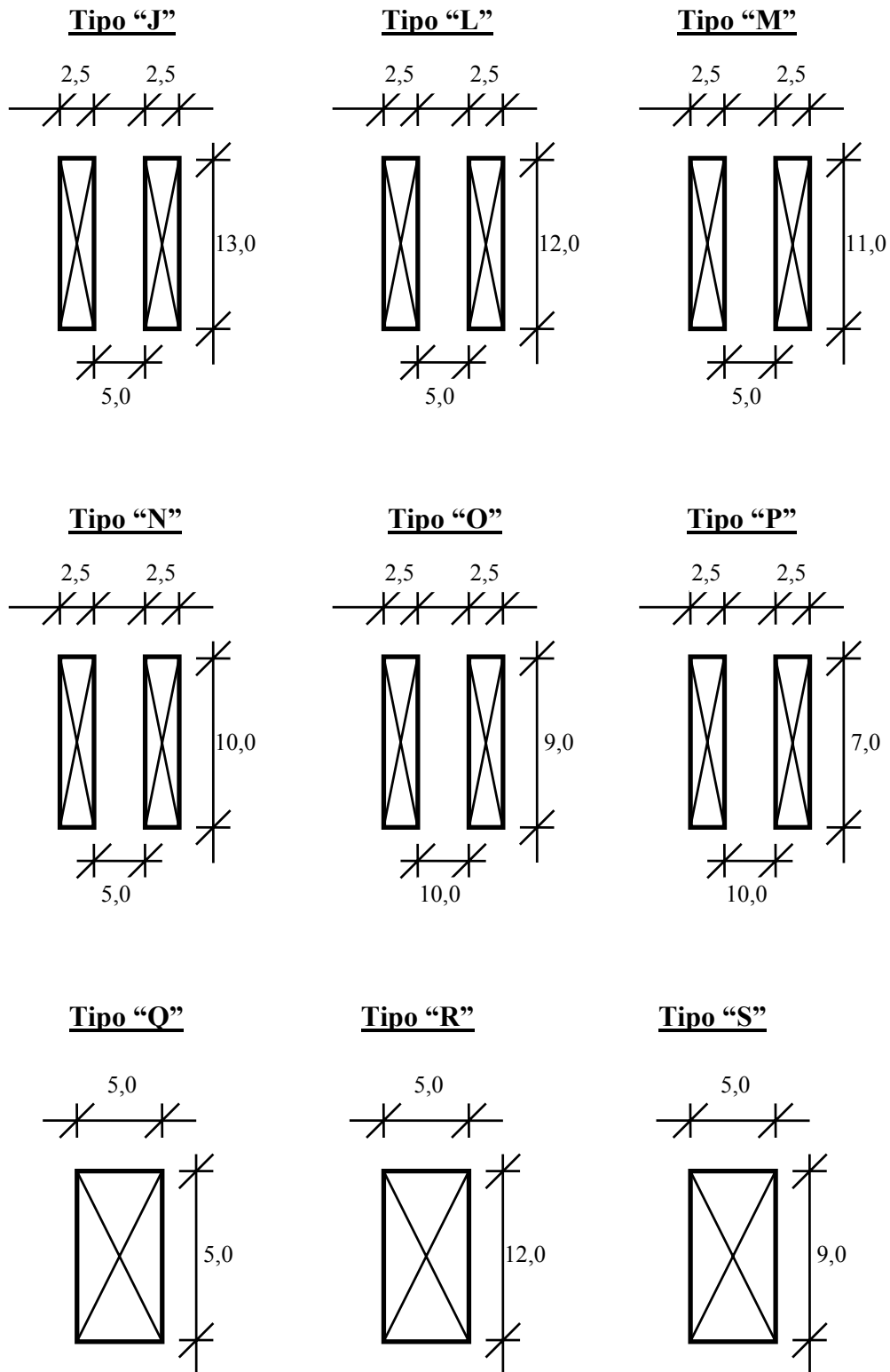


FIGURA 16 - Tipos de seções transversais dos elementos estruturais

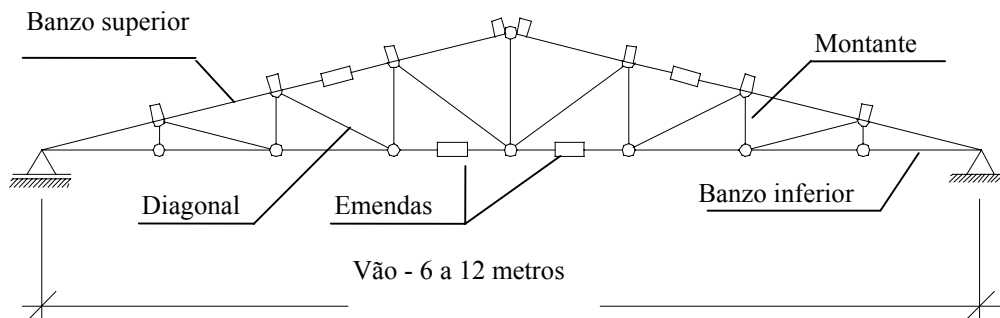
Treliça “Howe” com telha de Fibrocimento

FIGURA 17 - Esquema geral da estrutura

TABELA 25 - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)	
Fibrocimento	10 e 11	B. superior e B. inferior	todas	Tipo “L”	
	12	B. superior e B. inferior		Tipo “J”	
	10 a 12	Diagonal		Tipo “O”	
	10 a 12	Montante Central		----	Tipo “R”
	10 a 12	Demais montantes		----	Tipo “Q”
Fibrocimento	7	B. superior e B. inferior	todas	Tipo “M”	
	8 e 9	B. superior e B. inferior		Tipo “L”	
	7 a 9	Diagonal		Tipo “P”	
	7 a 9	Montante central		----	Tipo “R”
	7 a 9	Demais montante		----	Tipo “Q”
Fibrocimento	6	B. superior e B. inferior Diagonal Montante	todas	Tipo “N” Tipo “P” Tipo “Q”	

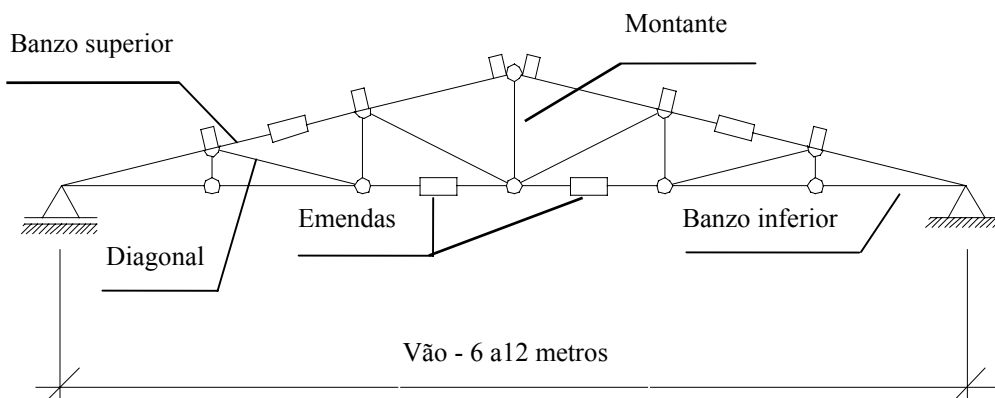
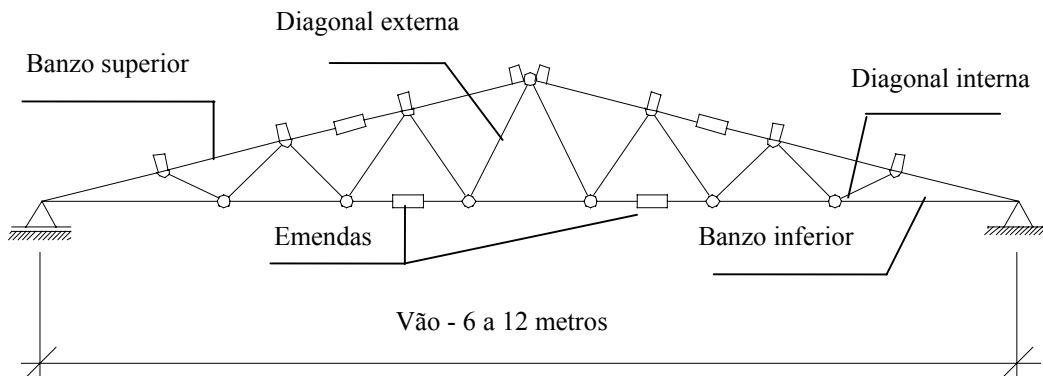
Treliça “Howe” com telha de Aço

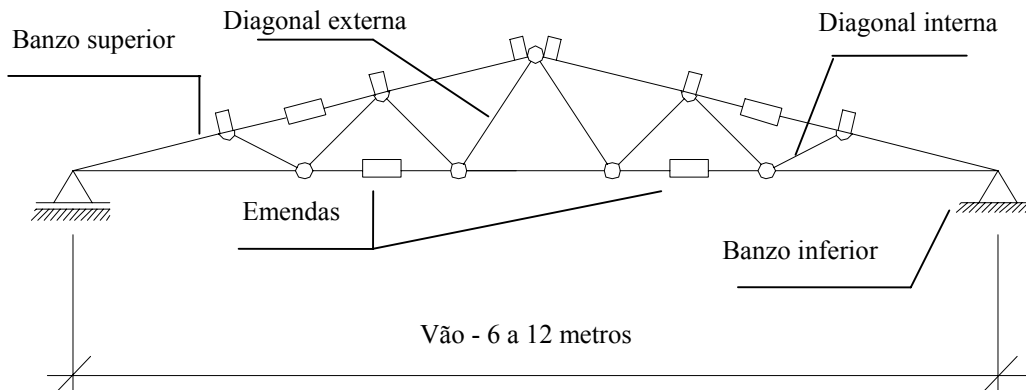
FIGURA 18 - Esquema geral da estrutura

TABELA 26 - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Aço	6 e 7	B. superior e B. inferior	todas	Tipo "N"
	8 a 12	B. superior e B. inferior	todas	Tipo "L"
	6 a 12	Diagonal Montante central Demais montante	todas	Tipo "O" Tipo "S" Tipo "Q"

Treliça "Fink" com telha de Fibrocimento**FIGURA 19 - Esquema geral da estrutura****TABELA 27 - Seção transversal para cada elemento estrutural**

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
Fibrocimento	10 a 11	B. superior/ B. inferior	todas	Tipo "L"
	12	B. superior/ B. inferior		Tipo "J"
	10 a 12	Diagonal externa		Tipo "O"
	10 a 12	Diagonal interna		Tipo "R"
Fibrocimento	7	B. superior e B. inferior	todas	Tipo "M"
	8 e 9	B. superior e B. inferior		Tipo "L"
	7 a 9	Diagonal externa		Tipo "O"
	7 a 9	Diagonal interna		Tipo "S"
Fibrocimento	6	B. superior/ B. inferior Diagonal externa Diagonal interna	todas	Tipo "N" Tipo "O" Tipo "Q"

Treliça “Fink” com telha de Aço**FIGURA 20** - Esquema geral da estrutura**TABELA 28** - Seção transversal para cada elemento estrutural

Tipo de telha	Vão teórico (m)	Nomenclatura	Barras	Seção transversal (cm ²)
	6 a 7	B. superior/ B. inferior Diagonal externa Diagonal interna	todas	Tipo “N” Tipo “O” Tipo “R”
Aço	8 a 12	B. superior/ B. inferior		Tipo “L”
		Diagonal externa		Tipo “P”
		Diagonal interna		Tipo “S”