

Avaliação do Desempenho de Soluções Estruturais em Aço para Telhados Coloniais

*Mirvane Vasconcelos Santos Melo**
*Geraldo Donizetti de Paula***

Resumo

Neste trabalho foi realizado um estudo focado na avaliação do desempenho das soluções estruturais em aço visando à aplicação em telhados coloniais. As tipologias estruturais consistem em tesouras metálicas do tipo Howe, Howe simplificada, Pratt e Fink empregadas em coberturas coloniais de duas águas e direcionadas para a arquitetura de pequenos e médios vãos, constituídas por perfis formados a frio. A metodologia adotada levou-se em consideração a variação de características que influencia na resposta estrutural do objeto de estudo como os vãos livres de 06, 08, 10, 12 m, espaçamentos entre tesouras de 1,50; 2,00 e 3,00 metros e pé direito da edificação de 3,00 m, comprimento longitudinal da edificação de 12,00 e 18,00 m. O estudo destas variações de características possibilitou desenvolver 48 modelos estruturais que foram analisados no programa computacional SAP 2000, versão 11. O dimensionamento dos elementos constituintes das tesouras foi realizado em planilhas elaboradas no programa computacional Microsoft Excel, versão 2007, de acordo com as prescrições da norma brasileira para o dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Para avaliar a eficiência do sistema estrutural utilizou-se como parâmetro de avaliação tanto a taxa de consumo de aço e a resposta estrutural quanto ao desempenho das tesouras.

Palavras-chave: telhados coloniais, avaliação do desempenho, tesouras metálicas, perfis leves.

1 Introdução

As estruturas metálicas são utilizadas em escala industrial desde 1750. No entanto, o uso de estruturas metálicas no Brasil teve início somente em 1812 (Nogueira, 2009).

O grande avanço na fabricação de perfis em larga escala no Brasil ocorreu com a implantação das grandes siderúrgicas e graças aos avanços tecnológicos da siderurgia. A ampliação e a modernização das usinas nacionais processaram um efeito multiplicador que permitiu alcançar elevados índices de produtividade e de qualidade (Teobaldo, 2004).

A partir deste momento o aço passou realmente a ser uma interessante alternativa ao concreto armado e a madeira, pois é um material que pode ser usado em todos os níveis da reabilitação estrutural.

Segundo Brasil (2008), a construção civil, no país, utiliza a madeira como principal material estrutural para a construção dos elementos que compõem os telhados coloniais, sobretudo, as tesouras ou treliças. O uso da madeira na construção de telhados é uma prática adotada desde a época do Brasil colônia.

Porém, devido às leis ambientais empregadas no controle do uso deste material, o aço surge como uma alternativa a esta demanda.

De acordo com Teobaldo (2004), é uma tendência do mercado, a utilização do aço na reabilitação, modernização e recuperação de edificações antigas e recentes. Os antigos edifícios de alvenaria, danificados, muitas vezes, pelo tempo de uso, e pelas intempéries, requerem sua reabilitação funcional que passa pela recuperação estrutural. Isto também ocorre nas edificações mais novas devido à falta de manutenção. Dentre as principais vantagens da utilização de estruturas de aço na reabilitação de estruturas, as quais se destacam são a resistência, a leveza e a facilidade de montagem que estas proporcionam. Essas vantagens são levadas em consideração, principalmente, devido à importância arquitetônica e histórica da edificação do período colonial.

Teobaldo (2004) ainda afirma que a escassez da madeira, fatores patológicos, bem como a falta de mão de obra qualificada para serviços de carpintaria da madeira aplicados às estruturas de telhados, como as tesouras, pode-se justificar um estudo direcionado à avaliação

* Mestre pela UFOP.

** Professor da UFOP.

do uso do aço em sistemas estruturais adequados à aplicabilidade em coberturas das edificações históricas do sítio colonial e contemporâneo.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar o desempenho de soluções estruturais em aço para telhados coloniais, ou seja, as tesouras isostáticas, compostas por perfis formados a frio. A partir dos resultados obtidos, espera-se contribuir para as áreas de arquitetura e engenharia na seleção de tesouras mais competitivas, buscando a tipologia com menor consumo de aço e melhor desempenho estrutural, em relação a outros materiais que estão no mercado.

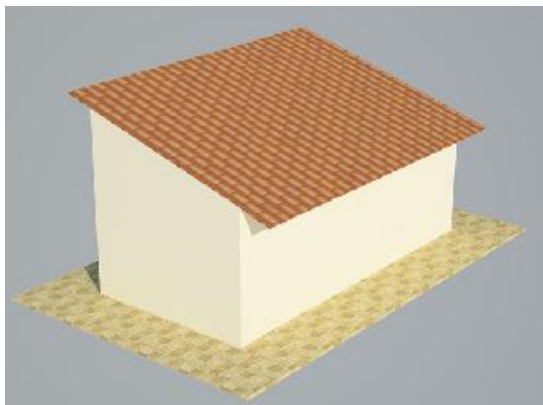
2 Telhados

Segundo Moliterno (2010), na construção civil, o telhado destina-se a proteger o edifício contra ações das intempéries, tais como chuvas, ventos, raios solares,

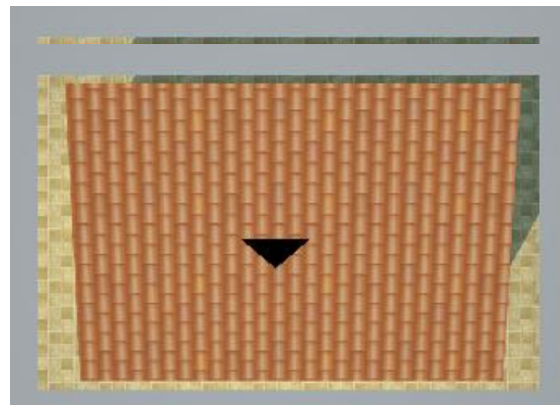
neve, além de impedir a penetração de poeira e ruídos no seu interior. Porém, como função secundária, não menos importante, o telhado contribui para o aspecto estético e conforto térmico da edificação.

2.1 Tipos de Coberturas

Logsdon (2002) descreve que as coberturas ou superfícies dos telhados podem ser construídas nos mais diferentes formatos. Alguns tipos de coberturas têm sua denominação originada no número de planos para escoamento das águas pluviais, denominadas “águas do telhado”. Uma superfície de telhado pode ser formada por um ou mais planos (uma água, duas águas, três águas, quatro águas ou múltiplas águas), ademais podem ser encontradas em formas curvas que tem o mesmo nome da sua geometria como arco, cúpula ou arcos múltiplos (Figura 1 a 5).



(a)

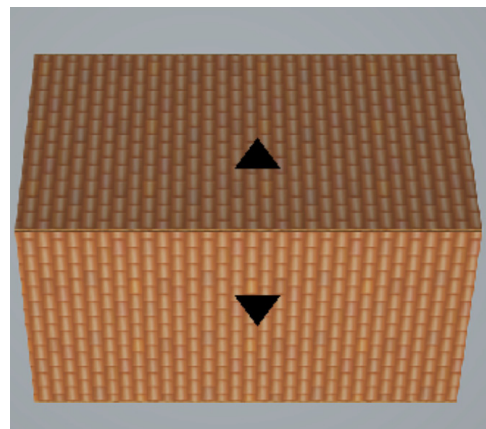


(b)

Figura 1 – Telhado tipo uma água: (a) elevação e (b) planta; MELO (2011).



(a)



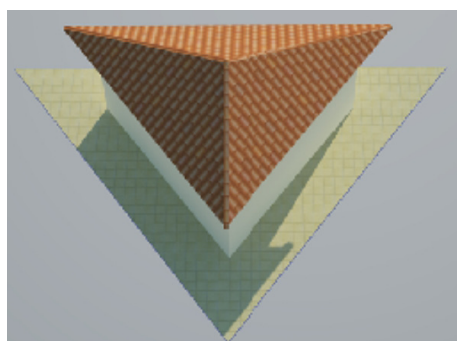
(b)

Figura 2 – Telhado tipo duas águas os dois planos se encontram no meio do vão da planta, seguindo uma aresta de nível, denominada cumeeira: (a) elevação e (b) planta; Melo (2011).

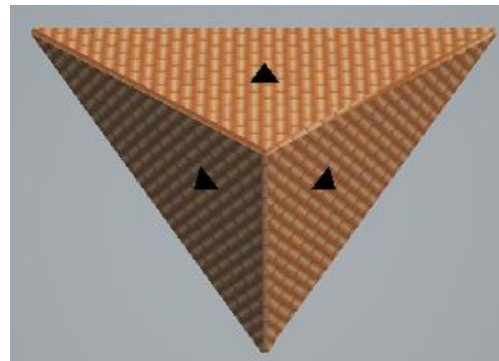
2.3 Tipos de Telhas

Moliterno (2010) relata que as telhas podem ser encontradas em diversos materiais, tais como: aço corrugado, alumínio, zinco, madeira, barro (cerâmicas), fibrocimento (cimento amianto) e outras. As telhas

cerâmicas e as de fibrocimento são as mais utilizadas no Brasil. Já aquelas produzidas em chapa de aço corrugado, ou por alumínio, são de aplicação quase restrita às indústrias. No entanto as telhas galvanizadas, pouco utilizadas atualmente, são encontradas em obras rústicas, depósitos e abrigo para animais.

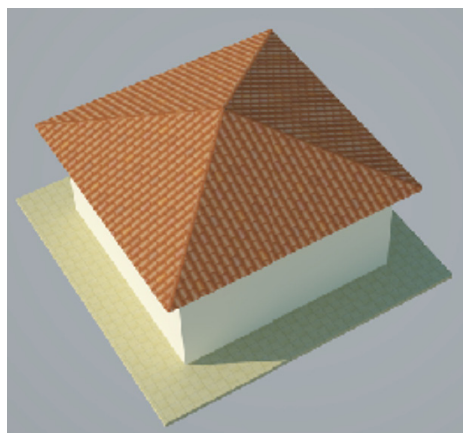


(a)

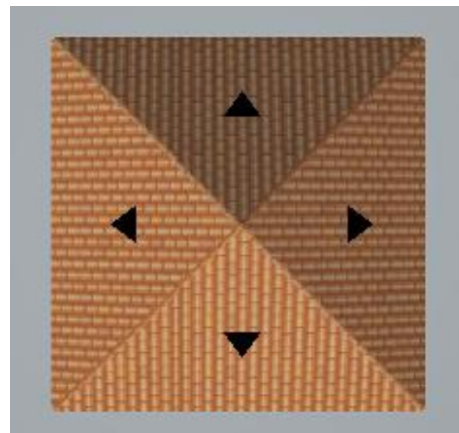


(b)

Figura 3 – A forma triangular da planta fornece uma solução para o telhado que consiste em três tacaniças ou águas triangulares iguais: (a) elevação e (b) planta; Melo (2011).

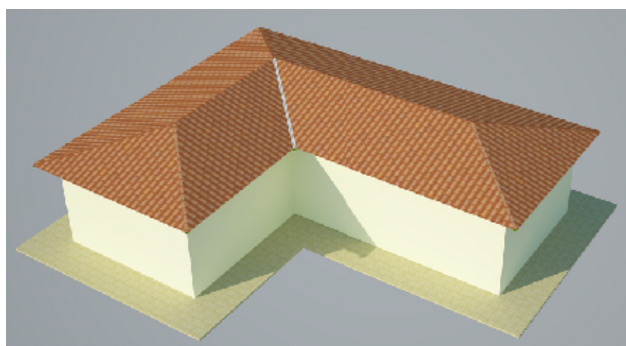


(a)

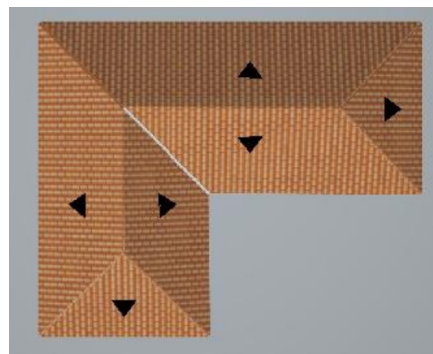


(b)

Figura 4 – Telhado em formato quadrado, as quatro águas são iguais entre si formando um vértice, sem cumeeira: (a) elevação e (b) planta; Melo (2011).



(a)



(b)

Figura 5 – Telhados compostos podem cobrir plantas de formatos variados iguais ou diferentes, elaborados de acordo com a imaginação do arquiteto: (a) elevação e (b) planta; Melo (2011).

2.4 Algumas Considerações Sobre Tesouras

A tesoura é uma treliça plana vertical destinada ao suporte de uma cobertura, que também pode ser considerada como uma estrutura linear composta por barras retas ligadas por articulações. Deve-se considerar algumas hipóteses básicas sobre treliças tais como: os nós como articulações perfeitas; o peso próprio das barras deve encontrar-se concentrado em suas extremidades (nós); as ações são aplicadas somente nos nós da treliça; a geometria da treliça não deve variar conforme o carregamento aplicado; finalmente, suas barras devem ser solicitadas somente por forças normais (ação e compressão).

A principal característica das treliças é apresentarem pequeno peso próprio em relação a outros tipos de elementos com a mesma função estrutural. Na Figura 6 apresenta-se os elementos estruturais de um telhado colonial.

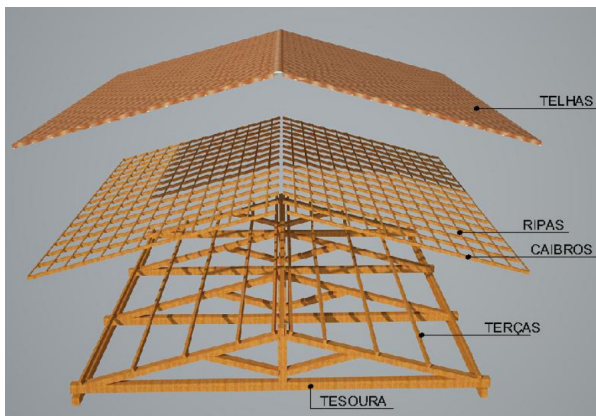


Figura 6 – Elementos estruturais componentes dos telhados coloniais; Melo (2011).

3 Modelos Analisados

Tendo em vista que o objetivo principal deste trabalho é o de avaliar o desempenho de soluções estruturais em aço para coberturas coloniais, presentes em grande quantidade, na arquitetura contemporânea e no sítio histórico nacional. Para sua composição serão utilizados os perfis de aço formados a frio.

Neste trabalho as barras da tesoura foram constituídas pelo perfil U enrijecido formado a frio, também conhecidos como perfil leve (Figura 7). Os procedimentos de dimensionamento são estabelecidos pela NBR 14622:2010.

Realizou-se uma análise panorâmica das soluções estruturais consideradas como geometrias consagradas no meio técnico, às tesouras isostáticas: Howe simplificada, Howe, Pratt e Fink. Utilizadas em

coberturas de duas águas e toma-se como referência uma inclinação de 30%, o que é usual no caso de telhados coloniais.

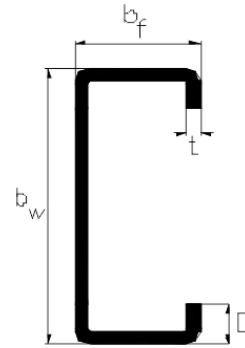


Figura 7 – Perfil U enrijecido; Melo (2011).

A forma geométrica das quatro tesouras lineares adotadas nesta pesquisa e a nomenclatura das barras retas ligadas por suas articulações perfeitas, uma hipótese, é mostrada na Figuras 8.

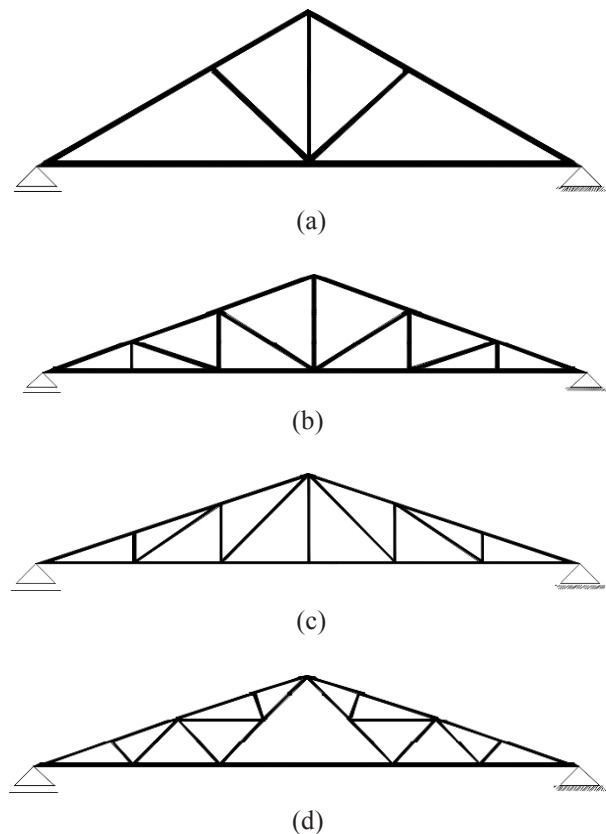


Figura 8 – Desenhos esquemáticos para demonstração das Treliças: (a) Howe Simplificada (b) Treliça Howe, (c) Treliça Pratt, (d) Treliça Fink; Melo (2011).

Os parâmetros definidos estão representados em diagramas de cobertura ilustrados na Figura 9. Esses diagramas representam as medidas de comprimento

longitudinal 12,00 m e 18,00 m das edificações estabelecidas nesta pesquisa, sendo o espaçamento entre treliças de 1,50 m. No entanto, é importante mencionar que os espaçamentos de 2,50 m e 3,00 m foram igualmente estudados. O pé direito da edificação adotado é de 3,00 m.

4 Análise Estrutural

As ações atuantes nos modelos foram determinadas de acordo com as recomendações da NBR 14762 : Foram consideradas as seguintes ações na análise estrutural:

- ações permanentes (G), que correspondem ao peso próprio dos elementos constituintes da estrutura e dos materiais a ela ligados. O peso próprio dos elementos estruturais avaliado após o pré-dimensionamento das treliças foi calculado usando a fórmula de howe representada pela expressão (1), segundo Moliterno (2010).

$$PP=2,45(1+0,33L) \quad (1)$$

onde:

L representa a medida do vão livre em metros.

Para todos os modelos considerou-se o peso próprio das telhas, ripas e caibros, além de uma carga de 30% a mais do peso das telhas cerâmicas devido à absorção de água pluvial e uma carga de 0,1471 kN/m² devido ao peso do forro;

- ações variáveis, que são aquelas cargas que resultam do uso ou da ocupação da edificação ao longo de sua vida útil e representam valores significativos. No caso das estruturas de cobertura estudadas neste trabalho as ações variáveis aplicadas as estruturas são a sobrecarga de cobertura e a ação do vento;
- sobrecarga de cobertura (Q), para os modelos considerados foi acrescentado à carga normal uma sobrecarga de cobertura de 1,50 kN/m², conforme recomendação da NBR 6120: 1980;
- ação dos ventos (V) na estrutura de cobertura são significativas e, conseqüentemente, consideradas neste trabalho, se dão por sucção e sob pressão.

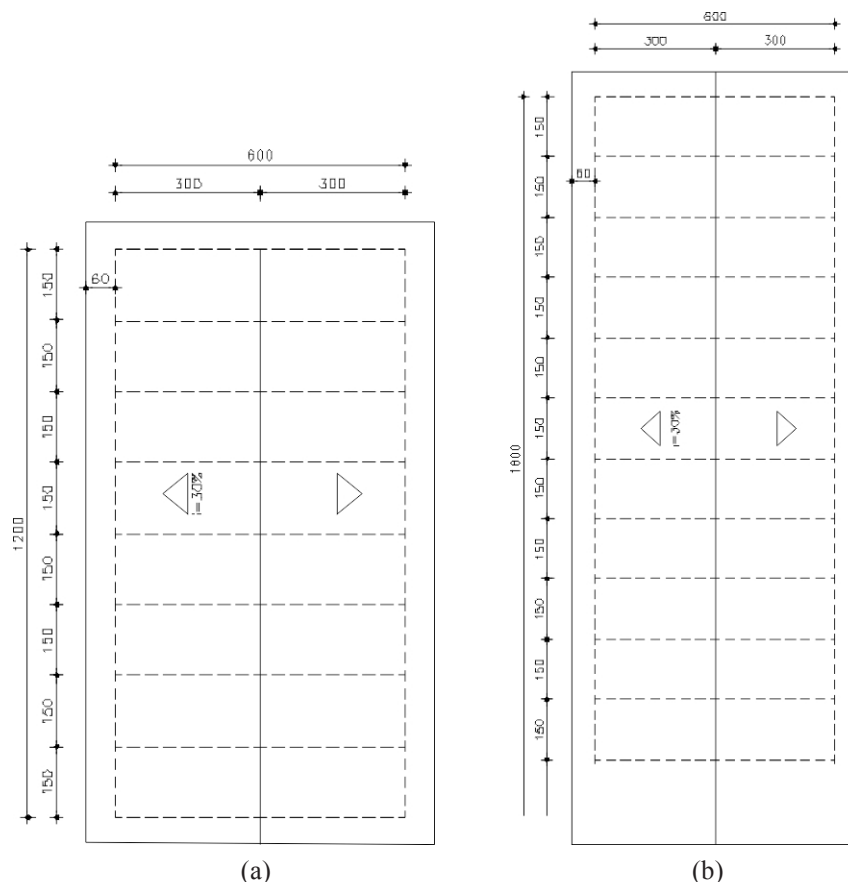


Figura 9 – Desenhos esquemáticos para demonstração dos diagramas de cobertura:
(a) 6,00 x 12,00 m (b) 6,00 x 18,00 m; Melo (2011).

A ação por sucção, no caso particular de coberturas com telhas cerâmicas, quando não amarradas ou fixadas por meio de pregos na estrutura de armação do telhado, não tem significado. Com relação à ação de sobrepressão é uma questão relevante nesta pesquisa, de acordo com a NBR 6120:1980 item 2.2.1.4, “Todo elemento isolado de cobertura (ripas, terças e barras do banzo superior de tesouras ou treliças) deve ser projetado para receber, na posição mais desfavorável, uma carga vertical de 1,0 kN, além da carga permanente.”

O fator determinante na escolha do tipo da análise estrutural a ser feita é assegurar que os resultados obtidos serão a representação do real comportamento da estrutura. No sentido de auxiliar

esta análise estrutural, há no mercado internacional diversos programas computacionais, amplamente empregados na avaliação do comportamento de um grande número de problemas de engenharia. Muitos desses programas são baseados no Método dos Elementos Finitos, enquanto outros, que estão limitados a elementos de barras, utilizam o Método dos Deslocamentos.

Neste contexto, utiliza-se o programa computacional SAP 2000, versão 11 (COMPUTERS AND STRUCTURES, 2005), para realização das análises estruturais e dimensionamento dos modelos.

As Figuras 10 a 13 ilustram em detalhes as conseqüentes deformações para as treliças, que foram geradas pelo programa.

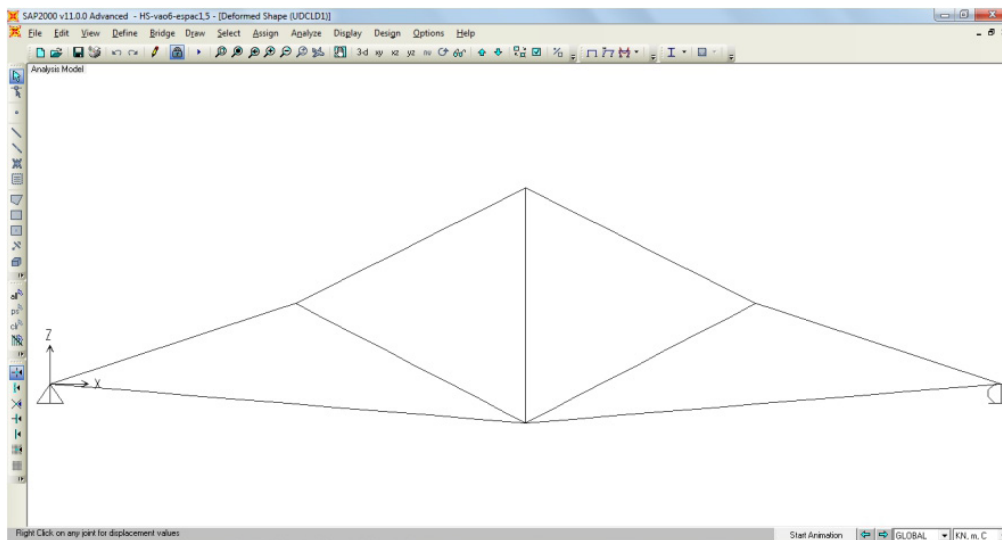


Figura 10 – Análise SAP para treliça Howe Simplificada - deformação (vão 6m - espaçamento 1,50m); Melo (2011).

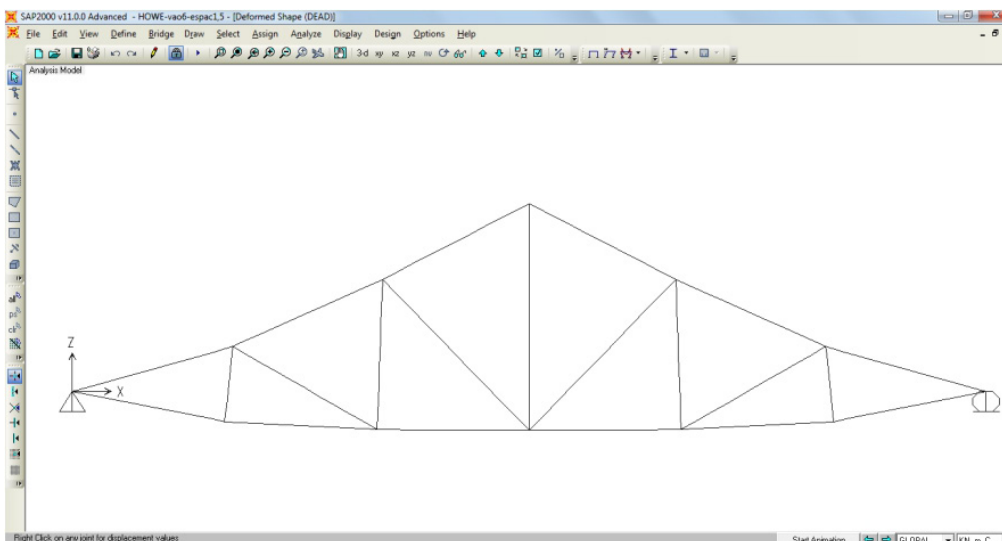


Figura 11 – Análise SAP para treliça Howe - deformação (vão 6m - espaçamento 1,50m); Melo (2011).

5 Resultados

Apresenta-se o peso de cada modelo pertencente às tipologias: Howe Simplificada, Howe, Pratt e Fink, levando em consideração o vão livre e o espaçamento entre as tesouras. Discute-se também, os resultados de taxas de consumo de aço, bem como o desempenho estrutural das quatro tipologias que compõem o estudo paramétrico.

O peso das tesouras apresentadas nas Tabelas 1 a 4 é utilizado para a determinação da taxa de consumo de aço para cada tipologia, em função do vão livre e espaçamento entre as mesmas.

As Figuras 14 a 16 ilustram em forma de gráficos o desempenho de cada tipologia de estudo em função dos três espaçamentos adotados, pode-se perceber que para o espaçamento de 1,50 m as tesouras que demonstraram o melhor rendimento quanto ao consumo de aço são as tesouras Fink e Pratt. No entanto, nos espaçamentos de 2,00 m e 3,00 m apenas a tesoura Fink demonstrou um melhor desempenho.

Considerando a taxa de consumo de aço por metro quadrado (m^2) verifica-se que a tipologia estrutural denominada tesoura Fink, além de apresentar um melhor desempenho em relação às demais, registra-se um menor consumo de aço para o espaçamento entre as referidas tesouras igual a 3,0 m.

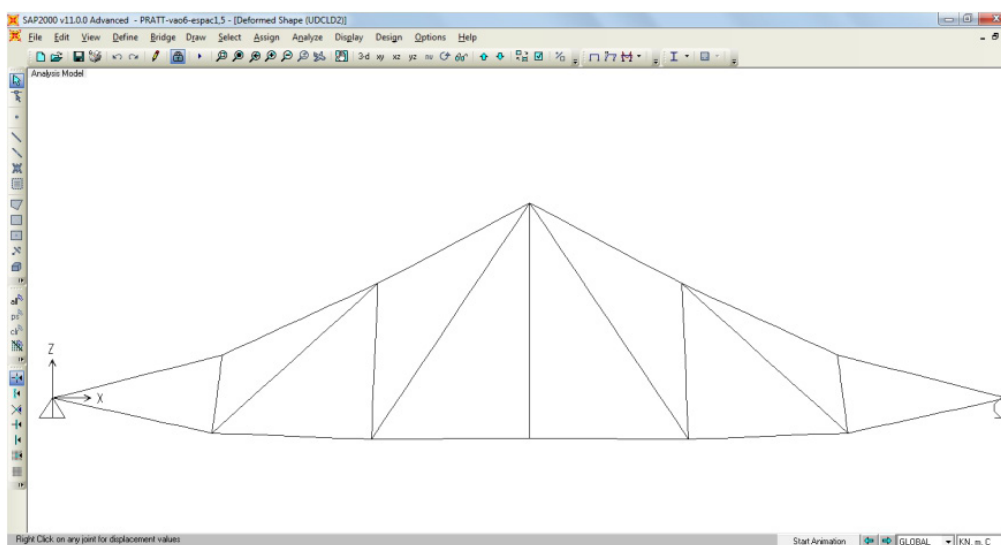


Figura 12 – Análise SAP para treliça Pratt - deformação (vão 6m - espaçamento 1,50m); Melo (2011).

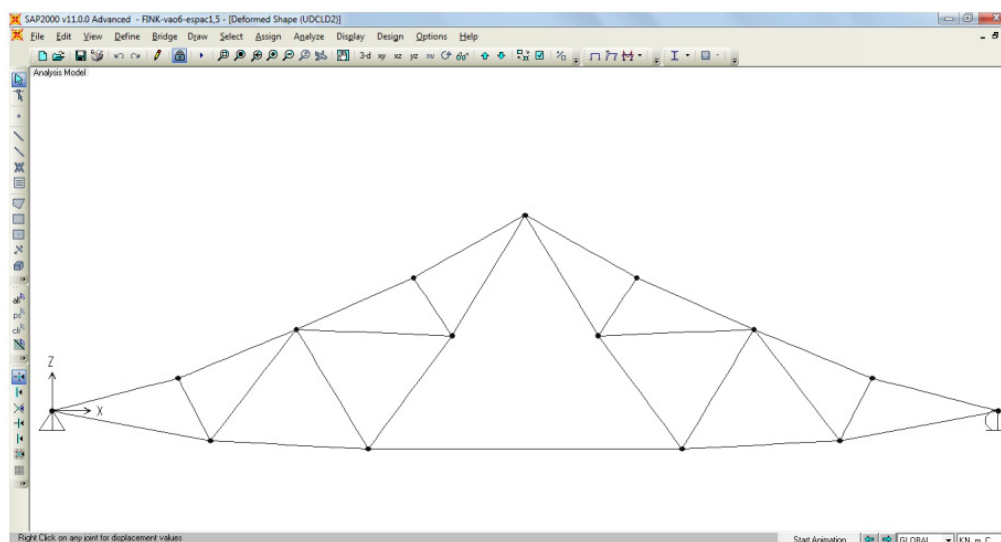


Figura 13 – Análise SAP para treliça Fink - deformação (vão 6m e espaçamento 1,50m); Melo (2011).

Tabela 1 – Descrição tesoura Howe Simplificada

Vão livre (m)	Espaçamento (m)	Peso total treliça (kg)
6,00	1,50	62,20
6,00	2,00	62,20
6,00	3,00	62,20
8,00	1,50	82,71
8,00	2,00	125,53
8,00	3,00	127,84
10,00	1,50	156,91
10,00	2,00	196,97
10,00	3,00	209,17
12,00	1,50	166,20
12,00	2,00	251,00
12,00	3,00	286,98

Tabela 2 – Descrição tesoura Howe

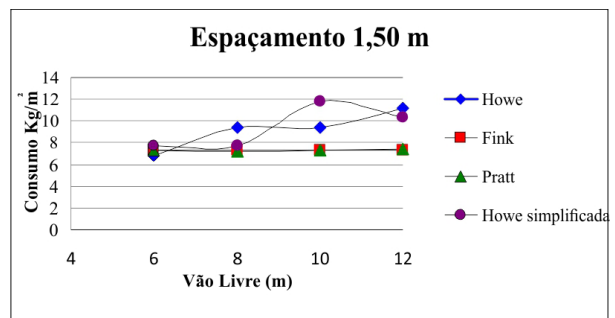
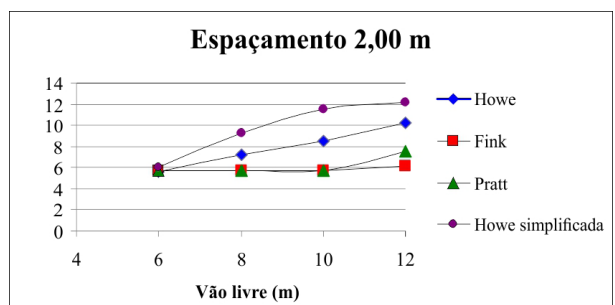
Vão livre (m)	Espaçamento (m)	Peso total treliça (kg)
6,00	1,50	57,75
6,00	2,00	57,75
6,00	3,00	74,72
8,00	1,50	99,62
8,00	2,00	99,62
8,00	3,00	99,62
10,00	1,50	124,53
10,00	2,00	146,74
10,00	3,00	168,05
12,00	1,50	178,42
12,00	2,00	210,18
12,00	3,00	288,35

Tabela 3 – Descrição da tesoura Pratt

Vão livre (m)	Espaçamento (m)	Peso total treliça (kg)
6,00	1,50	58,32
6,00	2,00	58,32
6,00	3,00	58,32
8,00	1,50	77,76
8,00	2,00	77,76
8,00	3,00	77,76
10,00	1,50	97,20
10,00	2,00	97,20
10,00	3,00	177,25
12,00	1,50	120,58
12,00	2,00	156,81
12,00	3,00	168,16

Tabela 4 – Descrição da tesoura Fink

Vão livre (m)	Espaçamento (m)	Peso total treliça (kg)
6,00	1,50	58,46
6,00	2,00	58,46
6,00	3,00	58,46
8,00	1,50	77,94
8,00	2,00	77,94
8,00	3,00	77,94
10,00	1,50	97,43
10,00	2,00	97,43
10,00	3,00	97,43
12,00	1,50	116,91
12,00	2,00	126,92
12,00	3,00	157,27

**Figura 14** – Taxa de consumo de aço global para as tipologias TH, TF, TP e THS em função do espaçamento de 1,50 m; Melo (2011).**Figura 15** – Taxa de consumo de aço global para as tipologias TH, TF, TP e THS em função do espaçamento de 2,00 m; Melo (2011).

As tipologias Howe e principalmente, a Howe Simplificada apresentam um desempenho bem inferior às tipologias Pratt e Fink e, portanto, não são recomendadas para o uso como tesouras de aço para telhados coloniais.

As tesouras Pratt e Fink apresentarem a taxa de consumo de aço praticamente idêntica para o espaçamento igual a 1,5 m, entretanto, para os espaçamentos iguais a 2,0 m e 3,0 m respectivamente,

percebe-se que ocorre um aumento da taxa de consumo de aço para a tesoura Pratt em relação à Fink, a partir do vão livre igual a 10,00 m e 8,00 m, respectivamente. Por essa razão, levando em consideração os resultados obtidos neste trabalho, a tipologia Fink é escolhida como a melhor em aço para confecção de tesouras para telhados coloniais.

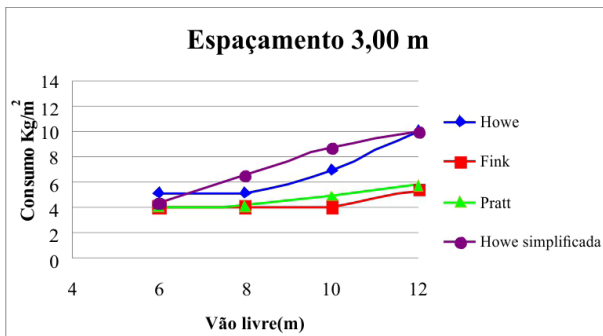


Figura 16 – Taxa de consumo de aço global para as tipologias TH, TF, TP e THS em função do espaçamento de 3,00 m; Melo (2011).

6 Conclusões

Constata-se que nem sempre as soluções adotadas, mesmo que marcadas pelo número significativo de repetições baseadas em exemplos do passado, levam a resultados técnicos e econômicos satisfatórios no presente.

As análises indicam que as tesouras Howe e Howe Simplificada apresentam taxas de consumo de aço superiores às tesouras Pratt e Fink para todos os quatro vãos livres e os três espaçamentos selecionados. Assim sendo, as tesouras Howe e Howe Simplificada, as mais utilizadas no Brasil e, por conseguinte, na região de Ouro Preto, em coberturas coloniais em madeira, se executadas em aço não serão economicamente viáveis, levando em conta os quatro modelos analisados. Para as tipologias Pratt e Fink, os resultados demonstram uma relação praticamente linear para a taxa de consumo de aço para todos os vãos livres.

No que se refere ao espaçamento entre estruturas, verifica-se que quanto maior este parâmetro (dentro dos limites abrangidos pelo presente estudo), a taxa de consumo de aço tende a ser menor.

Neste contexto, cabe destacar a conclusão de que é sempre importante buscar soluções no sentido de viabilizar o aumento do espaçamento entre tesouras, pois além do ganho com a taxa de consumo de aço, reduz-se também o número de tesouras a executar, com potencial redução do custo da mão-de-obra necessária para a instalação da cobertura propriamente dita.

A tesoura Fink apresenta melhor desempenho

em relação às demais, em função dos parâmetros considerados. Esta conclusão é baseada no contexto de que esta tipologia, mesmo com um número maior de barras internas, proporciona a possibilidade de redução do comprimento de flambagem das barras comprimidas.

O fato de uma tipologia sobressair-se em relação às outras, quanto à taxa de consumo de aço, não permite afirmar que esta seja a mais econômica para solucionar toda e qualquer cobertura, do ponto de vista de projeto. Existem distintas variáveis num projeto que irão condicionar a escolha de uma tipologia: tipo de telha e inclinações dos planos do telhado; custo de fabricação; possibilidade de montagem da estrutura na obra, entre outras.

Agradecimentos

Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte dado ao desenvolvimento do trabalho.

Abstract

In this paper a study was carried out focused on performance evaluation of the structural steel solutions aiming at the application in colonial roofs. The structural typologies consist of metal shears like Howe, Howe simplified, Pratt and Fink used in colonial roofs of two slopes and directed to the architecture of small and medium spans, consisted of cold formed steel. In the methodology adopted it was taken into account the variation of characteristics that influence on structural response of the object of study such as the free spans of 06, 08, 10, 12 meters, spacing among shears of 1.50, 2.00 and 3.00 meters and the building right foot of 3.00 meters, the longitudinal length of the building of 12.00 and 18.00 meters. The study of these variations of characteristics made it possible to develop 48 structural models that were analyzed using the SAP 2000 computer program, version 11. The sizing of the constituent elements of the shears was performed in spreadsheets elaborated in the computer program Microsoft Excel, version 2007, according to the requirements of the Brazilian standard for sizing of steel structures consisting of cold-formed profiles. To evaluate the efficiency of the structural system it was used as evaluation parameter both the rate of consumption of steel and the structural response for performance of the shears.

Keywords: colonial roofs, performance evaluation, metal shears, light profiles.

7 Referências Bibliográficas

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Cargas para cálculo de estruturas de edificações: NBR 6120. Rio de Janeiro, 1980.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de estruturas de madeira: NBR 7190. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio: NBR 14762. Rio de Janeiro, 2010.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de estruturas de aço e estruturas mistas de aço e concreto de edifícios: NBR 8800. Rio de Janeiro, 2008.
- BRASIL, D. Técnicas de Recuperação e Reforço Estrutural com Estruturas de Aço. 85 p. Projeto Final Graduação. Faculdade de Engenharia Civil. Área de Concentração: Estruturas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- CHAVES, M.; R. Avaliação do Desempenho de Soluções Estruturais para Galpões Industriais Leves. 125f. Dissertação de Mestrado em Construção Metálica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.
- CHODRAUI, G. M. B. Análise teórica e experimental de perfis de aço formados a frio submetidos à compressão. São Carlos. 2006. Tese de Doutorado em Engenharia de Estruturas. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.
- CARRASCO, E. V.; M.; et al. Estruturas usuais de madeira – EES 044. Curso de Especialização em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.
- COMPUTERS AND STRUCTURES, Inc. SAP 2000 advanced - Structural Analysis Program - Version 11. Berkley: COMPUTERS AND STRUCTURES, Inc., 2005.
- LOGSDON, N. B. Estruturas de madeira para coberturas, sob a ótica da NBR 7190/1997. Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT. 2002.
- MALITE, M., Sáles, J. J., Gonçalves, R. M. (1998). Algumas considerações sobre a nova norma brasileira de estruturas de aço em perfis formados a frio. Artigo Técnico, Revista Construção Metálica, n. 33, p. 22-26, 1998.
- MELO, M. V. S. Avaliação do Desempenho de Soluções Estruturais em Aço para Telhados Coloniais. 104f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.
- MOLITERNO, A. Caderno de Projeto de Telhados em Estruturas de Madeira, 4 edição,. São Paulo (SP): Editora Edgard Blücher LTDA, 2010. 269p.
- NOGUEIRA, G.; S. Avaliação de soluções estruturais para galpões compostos por perfis de aço formados a frio. 175f. Dissertação de Mestrado em Construção Metálica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.
- PARTEL, H. Sistema industrializado para Projetos de estruturas Industrializadas de madeira para telhado. 120f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Estruturas Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Paulo, 2000.
- PFEIL, W., PFEIL, M. Estruturas de Madeira. 6 edição. Rio de Janeiro (RJ): LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 2003. 224p.
- REIS, M.; V.; M. Uma proposta de padronização de telhados coloniais em estruturas metálicas. 200f. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1996.
- SANTOS, Paulo F. Arquitetura Religiosa em Ouro Preto I. Rio de Janeiro: Livraria Kosmos, 1951.
- SILVA, E. L., PIGNATTA, V. S. Dimensionamento de perfis formados a frio conforme NBR 14762 e NBR 6355. Dados eletrônicos. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2008. 119p. Série Manual de Construção em Aço.
- TEOBALDO, I. N.C. Estudo do aço com objeto de reforço estrutural em edificações antigas. 137f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.
- YU. W.W. Cold Formed Steel designer. New York: John Wiley & Sons. 2000.

Referências Complementares

- BORGES, M.; L. Recuperação Estrutural de Edificações Históricas Utilizando Perfis Formados a Frio. 110f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Estruturas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.
- CALIL Jr., C.; ROCCO LAHR, F. A.; DIAS, A. A. Dimensionamento de Elementos Estruturais de Madeira. 1a edição. São Paulo (SP): Editora Manole Ltda, 2003. 152p.

CARVALHO, P. R. M. Curso Básico de Perfis de Aço Formado a Frio. et al. Porto Alegre: Editora Porto Alegre, 2006.

FRANÇA, K. D.; L. Estudo de reforços de elementos estruturais de madeira com estrutura metálica em edificações antigas. 89f. Dissertação de Mestrado em Construção Metálica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

FREITAS, A.; M. S. Apostila Perfis Leves. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Legislação. Disponível em: <<http://www.iphan.gov.br>>. Acesso em: 03 ago. 2010.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Manual de conservação preventiva para

edificações. Rio de Janeiro, 1999.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Roteiro para apresentação de projeto básico de restauro do patrimônio edificado. Rio de Janeiro, 2000.

MEDEIROS, R. C. Forças em peças de contraventamento de treliças de madeira. 132p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Estruturas Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade Federal de São Paulo, 2010.

PERSIKE, I.; V.; H. Metodologia para manutenção do patrimônio edificado partindo do diagnóstico de causa prováveis e indicando sua terapia. 120f. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.