

# EXECUÇÃO DE GRANDES VÃOS EM ESTRUTURA METÁLICA<sup>1</sup>

Rafael de Medeiros<sup>2</sup>

## RESUMO

Os sistemas de estruturas espaciais apareceram para solucionar os problemas de grandes vãos em estruturas metálicas. O presente estudo teve como objetivo identificar as principais situações em que estruturas metálicas em grandes vãos são utilizadas. A metodologia utilizada foi a de revisão bibliográfica sistemática. Como resultados, pode-se observar que esta solução estrutural vem sendo muito utilizada em ginásios, hangares, terminais rodoviários e aeroviários e chamou a atenção para pesquisas mais avançadas nesta área acarretando diversos sistemas, em sua maioria treliças espaciais (estrutura em malha). Este sistema estrutural proporciona uma distribuição mais uniforme dos esforços, utilizando aço ou alumínio, uma vez que tem a característica de distribuir toda a ação concentrada de cargas e em consequência disso tornando uma estrutura mais econômica e leve. Por todas as ideias dispostas no presente artigo vemos que as estruturas metálicas foram de grande valia na evolução da construção civil ao longo da história e apresenta-se como um tema atual e relevante.

**Palavras-chave:** estruturas metálicas. Grandes vãos. Sistemas estruturais.

## 1 INTRODUÇÃO

Os profissionais na área da construção estão sempre procurando soluções para executar grandes vãos. Hoje, com o mercado cada vez mais desenvolvido e procurando inovações, existe uma maior demanda por estruturas eficientes e funcionais.

Entre as várias soluções possíveis, uma delas é a estrutura espacial, na qual contém elementos eficazes devido a sua maleabilidade e diversidade.

Grandes vãos exigem soluções estruturais adequadas, que sejam resistentes e que atendam a distribuição dos esforços e carregamentos para que os apoios suportem a carga. (VITRUVIUS, 2004).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

<sup>1</sup> Artigo desenvolvido na disciplina de Sistemas estruturais II - aço e madeira, 8º Período curso de Arquitetura e Urbanismo 2016/2. Envolvendo os acadêmicos: Alencar H. Sordi, Emmanuelle Sembler, Gabriel Fiorentin, Indianara K. Persch, Wilham Bertollo.

<sup>2</sup> Docente da UCEFF, Engenheiro Civil, Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação – UNOCHAPECÓ. E-mail: rafademedeiros@gmail.com.

A engenharia de estruturas enfrenta vários desafios ao compatibilizar sistemas seguros e viáveis economicamente ao estabilizar grandes vãos em projetos na arquitetura moderna. A maior aplicação encontra-se nas estruturas de pontes e edificações como teatros, auditório ou ginásios a qual associam tecnologias de materiais e técnicas de execução. (VITRUVIUS, 2004).

Segundo Dias (VITRUVIUS, 2004) é uma nova tendência a busca por espaços mais limpos com maior flexibilidade, possibilitando espaços com o mínimo de pilares possíveis e estabelecendo a relação com sistemas suficientemente rígidos a flexão, seja com aço ou concreto protendido, visando leveza afim de evitar as deformações.

Dias aponta a importância de conhecer o projeto e suas conformações estruturais, visto que quanto maior o vão maior terá que ser o pé direito afim de determinar a altura útil do pavimento, visto que as vigas que suportarão o carregamento do vão serão maiores. É importante também que o projeto arquitetônico demonstre fielmente a estrutura em relação a execução afim de evitar erros graves que podem modificar totalmente o projeto. Por isso também afirma a importância do trabalho conjunto entre o arquiteto e o engenheiro estrutural no desenvolvimento e cálculo estrutural. (VITRUVIUS, 2004)

O aço por sua vez possui elevada resistência, tanto a compressão quanto a tração, isso possibilita características positivas, como: a qualidade homogênea, precisão na fabricação e montagem, esbelteza das peças resistentes, resistente a incêndios, porem necessita de proteção contra corrosão fator muito importante e que é essencial no processo.

As estruturas metálicas em geral, trazem consigo um ar despojado e moderno quando bem projetadas e executadas. Permitem diante de sua alta resistência e baixo peso próprio, a realização das mais variadas obras, contribuindo tanto na estrutura geral, quanto na concepção arquitetônica.

A viga metálica consiste em uma alta resistência que apesar de sua leveza, favorece a utilização em construções que tenham o intuito de vencer grandes vãos. Já a estrutura da coluna de aço ocupa um menor espaço em relação à estrutura convencional, assim, a utilização da estrutura metálica implica na redução do número de pilares, ganha-se assim garagens mais amplas e tem-se maior área para comercialização.

Considerando que a altura de uma viga de concreto armado pode ser estimada pela relação  $h = \text{vão}/10$  e para uma mesma viga de aço  $h = \text{vão}/20$ , a altura do conjunto viga-laje em Estruturas Metálicas aproximadamente irá representar  $2/3$  da altura do conjunto viga laje em concreto convencional. Em termos práticos, isto pode representar uma redução de 0,4m na distância entre pisos, compostos de lajes com seis metros de vão, mantendo-se constante o pé direito livre (cota do piso-cota da face inferior da viga do pavimento superior). Estas razões podem, conforme o

projeto em estudo, levar a substanciais reduções das áreas totais de Alvenarias e Revestimentos (FREIRE, p. 1).

No Brasil, a utilização deste método se iniciou há apenas alguns anos, principalmente em coberturas de grandes shoppings e centros industriais. Com tal demanda, apresenta-se a alternativa do uso de seções tubulares, fornecendo uma estrutura moderna e prática.

A alta eficiência estrutural deste tipo de seção está ligada principalmente à sua geometria, pois as seções tubulares são capazes de resistir de maneira econômica a altas solicitações de esforços axiais, torção e solicitações combinadas. (PEDREIRA, 2012, p. 1).

Os perfis utilizados na construção civil são do tipo laminados, conformados a frio podendo ser tubulares e soldados. Os perfis soldados são obtidos através do corte de chapas de aço e modelados conforme projeto específico, são perfis usados em grandes estruturas de até 1,5m ou mais afim de suportar vãos de 15 metros a 20 metros dependendo do carregamento. (VITRUVIUS, 2004).

Segundo Dias (VITRUVIUS, 2004) as grelhas de vigas podem ser executadas em aço, concreto armado ou concreto protendido. Podem estar estabelecidas em forma de moldadas “in loco” ou pré-moldadas.

As vigas, elementos lineares onde os esforços que atuam nos elementos solicitam a massa da seção transversal do elemento estrutural, estão entre os elementos mais utilizados em pavimentos de edifícios. Recebem cargas transversais ao eixo que as define e, por terem rigidez, podem transmiti-las aos apoios, sofrendo os esforços simples: flexão, cisalhamento, torção. Podem também absorverem esforços normais, de tração ou compressão, quando carregadas segundo a linha que define o eixo longitudinal.

É muito importante considerar a distância entre pilares e que os mesmos tenham um alinhamento atendido, afim de facilitar os engastamentos e suprir os esforços dos carregamentos. Grandes vãos exigem soluções estruturais adequadas, que sejam resistentes e que atendam a distribuição dos esforços e carregamentos para que os apoios suportem a carga. (VITRUVIUS, 2004).

“As estruturas espaciais são aquelas compostas de malhas planas ou curvas, tridimensionais, interligadas por elementos estruturais chamados barras ou membros, conectados entre si por intermédio de peças ou dispositivos especiais, chamados juntas ou nós. Na maioria dos casos, são formadas por duas malhas, uma inferior, chamada também banzo inferior, outra superior, denominada banzo superior, malhas estas que geralmente são interligadas em suas juntas por diagonais, que formam assim um conjunto de tetraedros ou pirâmides, regulares ou não, resultando o que é chamado de malha espacial” (PORTO, 1999).

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Em um primeiro momento, foi feita a pesquisa bibliográfica em livros e artigos, baseada na literatura sobre o assunto para visualizar como aconteciam as estruturas metálicas e qual método foi utilizado para vencer seus vãos. Como técnica de análise e interpretação de dados optou-se pela quantitativa, levando em consideração os dados observados em pesquisas. Sendo que, para obter resultados, será utilizado o nível de pesquisa exploratório.

### 4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Os elementos que compõem as estruturas espaciais possuem uma uniformidade modular, o que as torna aptas à pré-fabricação em elementos simples (nó e barras) ou em elementos compostos (vigotas pirâmides). Elas podem ser realizadas em qualquer material; entretanto, a maior parte é construída em aço, alumínio ou madeira. Este tipo de estrutura distribui a ação centrada das cargas, o que permite uma construção leve. O termo estrutura espacial se aplica a uma vasta categoria de construções e são classificadas em três tipos.

#### 4.1 ESTRUTURAS EM MALHAS: (TRELIÇA ESPACIAL)

Constituídas por uma série de barras unidas entre si por nós, figura 1. As malhas podem ser o produto de muitos corpos geométricos ou da repetição de um entre eles (cúpulas em malhas, abóbadas de berço em malhas, grelhas de duas camadas); (MAKOWSKI, 1964).

**Figura 1 - Arena Pernambuco - São Lourenço da Mata (PE) - Região Metropolitana do Recife**

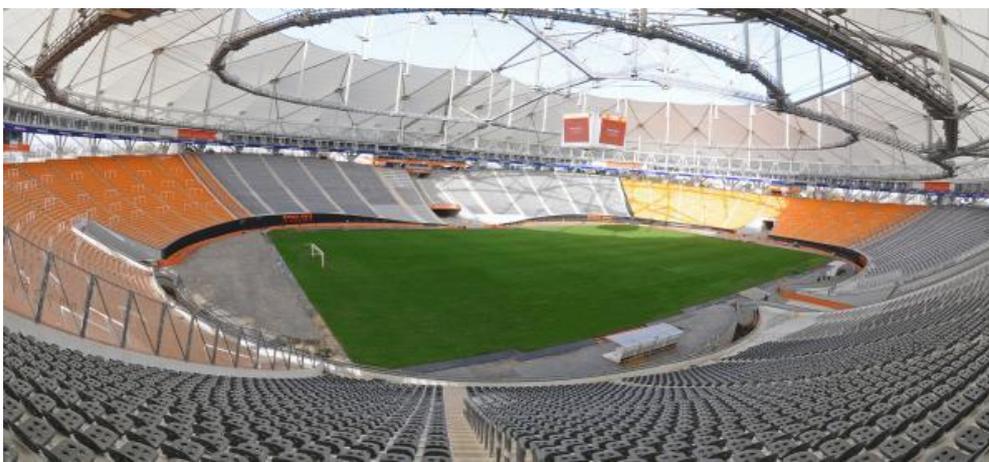


Fonte: Portal Aecweb (2013).

## 4.2 ESTRUTURAS SUSPENSAS DE TODA NATUREZA (COBERTURAS SOBRE CABOS)

Definidas pelo sistema de cabos que mantém a cobertura, com ou sem bordas de apoio, Figura 2. Nas estruturas suspensas, a distribuição das solicitações internas é caracterizada pela eliminação da flexão, a construção sobre cabos trabalhando unicamente à tração; (MAKOWSKI, 1964)

**Figura 2 - Estádio de La Plata**



Fonte: Stadiumguide (2016).

## 4.3 ESTRUTURAS EM MEMBRANAS METÁLICAS

Nas quais os elementos de cobertura participam na resistência dos esforços solicitantes, Figura 3 (construções em membranas, construções plissadas) (MAKOWSKI, 1964).

**Figura 3 - Estádio Beira Rio – Porto Alegre RS**



Fonte: Andrade Resende (2016).

A eficácia de um sistema estrutural espacial depende da ligação das barras. O nó é a parte essencial de todo sistema pré-fabricado. Ele deve apresentar uma resistência suficiente que permita a transmissão dos esforços, deve ser indeformável sob o esforço de cargas estáticas e dinâmicas, deve assegurar a simplicidade de fabricação, a facilidade e a rapidez de montagem. Assim, o sucesso comercial do sistema depende da simplicidade e da eficácia do nó (PORTO, 1999).

#### 4.4 PAVILHÕES DE USO GERAL EM ESTRUTURA METÁLICA

Os galpões são, geralmente, construções de um pavimento, com a finalidade de fechar e cobrir áreas, protegendo as instalações, os produtos armazenados ou, simplesmente, fornecendo abrigo em relação às condições climáticas. (MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO apud MADEIRA, Alisson Ramos. 2009, p. 30).

No projeto de galpões industriais, devem ser considerados os seguintes parâmetros (BRASIL apud MADEIRA, Alisson Ramos. 2009, p. 30).

Disposição e dimensões dos equipamentos que serão obrigados;

- Movimentação de cargas;
- Circulação interna;

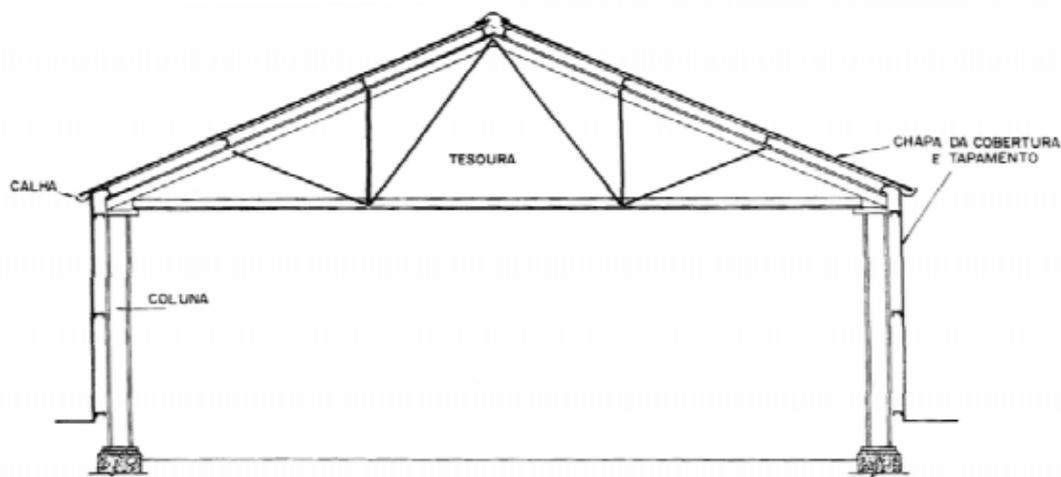
- Iluminação natural e artificial;
- Ventilação;
- Condições e tipo de terreno.

A execução dos galpões pode ser realizada no local da obra ou até mesmo no pátio de uma empresa especializada e posteriormente ser levada para o local referido. Os principais tipos de estruturas metálicas de edifícios industriais segundo Bellei (apud MADEIRA, Alisson Ramos. 2009, p. 32) para vãos livres são:

#### 4.4.1 Com coluna simples e tesoura

Considerado o método mais econômico e antigo. Porém sofre restrições quanto ao tamanho do vão a ser vencido. Sua configuração é representada na Figura 4.

**Figura 4 - Representação do tipo de estrutura com coluna simples e tesoura**

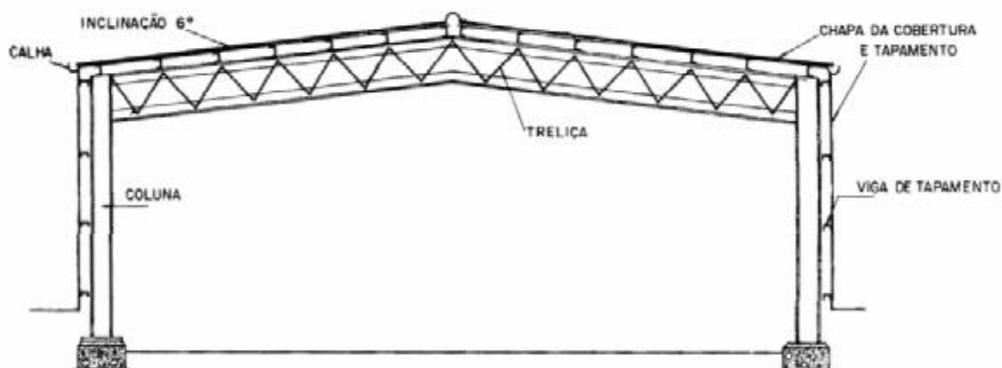


Fonte: <http://migre.me/vlSjm>.

#### 4.4.2 Com coluna simples e treliça

Solução dada para vencer maiores vãos, tendo a vantagem de associar menores inclinações de cobertura e vigas treliçadas, conforme apresenta a Figura 5.

**Figura 5 - Exibição da estrutura com coluna simples e treliça**

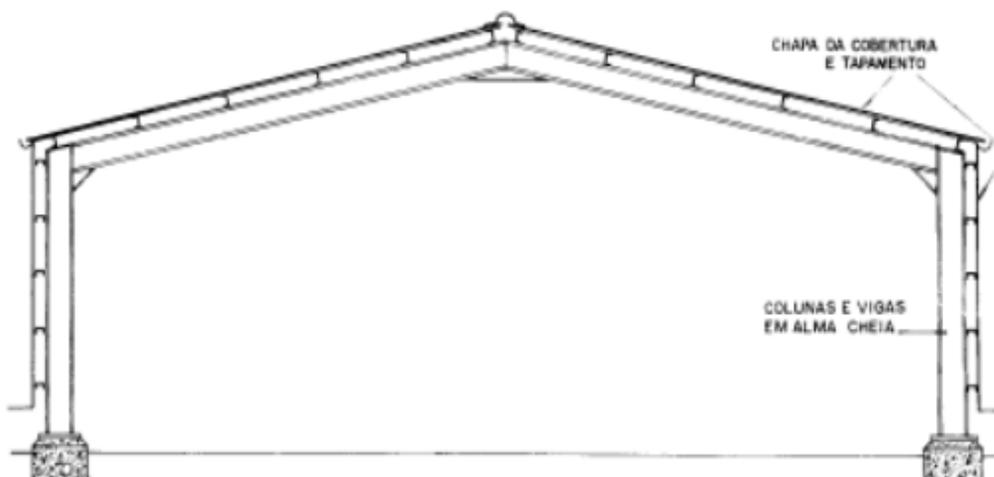


Fonte: <http://migre.me/vlSjm>.

#### 4.4.3 Com pórtico em alma cheia

Como apresentando na Figura 6, este estilo é bastante utilizado. Executado com bases rotuladas ou com bases engastadas, o que implica em uma fundação onerosa. É indicado para vãos de médio a grande porte.

**Figura 6 - Apresentação estrutura com pórtico em alma cheia**



Fonte: <http://migre.me/vlSjm>.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por todas as ideias dispostas no estudo vemos que as estruturas metálicas foram de grande valia na evolução da construção civil ao longo da história. Vencer grandes vãos

sempre foi um desafio para os profissionais da área, e esse tipo de estrutura trouxe o estímulo necessário para que cada dia inovemos mais, além de contar com melhor custo benefício comparado aos outros sistemas estruturais disponíveis no mercado.

## REFERÊNCIAS

FREIRE, Carlos. **Análise comparativa: custos estrutura metálica x estrutura de concreto.** Disponível em: < <http://migre.me/vlRWw>>. Acesso em: 26 out. 2016.

MADEIRA, Alisson Ramos. **Estrutura de aço para pavilhão industrial:** comparação entre soluções com elementos treliçados e de alma cheia. Porto Alegre, 2009.

MAKOWSKI, Zygmunt S. **Constructions spatiales en acier, édité par le Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier,** Bruxelles, Bélgica, 1964.

MARIANE, Aline. **Estrutura metálica x estrutura de concreto.** Disponível em: < <http://migre.me/vlS06> >. Acesso em: 26 out. 2016.

PEDREIRA, Fernando L. A. B. **Análise comparativa de soluções de coberturas metálicas de grandes vãos em perfis tubulares.** Rio de Janeiro, 2012.

PORTO, Cláudia E. **L'évolution des structures dans l'architecture du XXème Siècle.** 1990. 349 f. Dissertação (Mémoire de D.E.A.) - Université de Paris I – Panthéon-Sorbonne, Paris, setembro 1990.

SILVA, Kepler C. **Análise Teórico-Experimental de Barras Comprimidas em Estruturas Metálicas Espaciais.** 1999. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, fevereiro de 1999.