



## COMPARATIVO DE GALPÕES DE AÇO ESTRUTURAL COM FECHAMENTO EM ALVENARIA E GALPÕES EM STEEL FRAME

EXPEDITO, Diogo Lourenço<sup>1</sup>; PEDROSO, Jean Carlos Marciano<sup>2</sup>;

Orientador: Prof. Mestre Marcelo Cavalcanti da Silva – Universidade São Francisco  
[diogo.lourenco@mail.usf.edu.br](mailto:diogo.lourenco@mail.usf.edu.br) / [Jean.carlos@mail.usf.edu.br](mailto:Jean.carlos@mail.usf.edu.br)

**RESUMO.** Com a evolução e novas tecnologias na construção civil a procura por projetos e construções mais rápidas, limpas e sustentáveis é um grande passo em obras de estruturas metálicas. Sabe-se que para garantir a sustentação da construção o projeto estrutural e supra importância, resolvidos através de cálculos é previsto o comportamento da estrutura em relação aos esforços, assim podendo definir a mais adequada a ser utilizada. Com o intuito de fazer uma breve comparação entre os tipos construção em estruturas metálicas, propondo um galpão industrial com o seu sistema de fechamento em Steel frame. Mediante a todo esse conceito, mostraremos os custos e projeto simplificado de cada tipo de obra especificada acima, seu desempenho e crescimento no mercado da construção civil. A procura por esse tipo de obra tem crescido muito.

**Palavras-chave:** Aço estrutural. Alvenaria. Construção. Perfis metálicos. Perfis Galvanizados. Projetos. Estrutura metálica. Steel frame.

### ABSTRACT..

With the evolution and new technologies in civil construction, the search for faster, cleaner and sustainable projects and constructions is a big step in works of metallic structures. It is known that to guarantee the support of the construction, the structural design is of paramount importance, resolved through calculations, the behavior of the structure in relation to the efforts is predicted, thus being able to define the most appropriate one to be used. In order to make a brief comparison among the types of construction in metallic structures, proposing an industrial shed with its steel frame closing system. Through this whole concept, we will show the costs and simplified design of each type of work specified above, its performance and growth in the civil construction market. The demand for this type of work has grown a lot.

## 1. INTRODUÇÃO

A construção é uma das atividades que surgiu na mais antiga humanidade, se desenvolveu ao longo de toda história humana. No Brasil surgiu a engenharia de maneira a ser aplicada apenas ao uso militar, com o surgimento das primeiras escolas de engenharia militar, com o objetivo de desenvolver e aperfeiçoar técnicas para a construção de mecanismo de defesa e armamentos. Durante esses últimos anos temos nos deparado com novas técnicas de construção que não eram muito comuns em nossas vidas e em nosso dia a dia, trata-se de novas técnicas de construção que envolve o aço de maneira relevante e de diversas formas de utilizar. Fazendo um comparativo entre a construção civil de alguns anos atrás temos muita mudança na forma e quantidade de utilização do aço na construção.

A construção em aço estrutural teve início na Inglaterra, em 1779, onde foi iniciada a primeira construção, uma ponte de aço, construída por (DERBY, Abraham 1779). Até então, o mais comum a ser utilizado era as estruturas de alvenaria convencional, muito utilizado nas construções brasileiras, considerando sua função essencial dentro de uma construção foi



promover o fechamento a vedação, a separação de ambientes e fachadas. No final do século XVIII, a Inglaterra começou a construir pontes e cúpulas de algumas igrejas, algumas dessas pontes possuíam os vãos treliçados ou em arcos, em elementos de ferro fundido submetidos a compressão. Os projetos e as execuções da primeira ponte de aço foram iniciados por um fundidor de aço (DARBY, 1778).

No Brasil o aço começa a ser utilizado com mais força a partir do início da operação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a primeira siderúrgica integrada instalada no país, e foi desde então e o aço importado passou a ser substituído pelo nacional. Mudanças e oportunidades que foi promovido uma iniciativa que trouxe contribuição essencial para que o setor da construção metálica pudesse realizar os avanços. Em 2002 foi criado o Centro Brasileiro da Construção Civil em Aço (CBCA) com o intuito de atuar junto à cadeia produtiva de empreendedores e construtores, engenheiros estruturais, arquitetos e fabricantes de estruturas e componentes, para difundir a construção metálica e apoiar o desenvolvimento neste mercado. De acordo com (Anderson Scardoelli, 2020) jornalista “nativo digital” a construção civil sempre está em constantes processos de mudanças. Novos tipos de materiais, novas tecnologias surgem a cada dia propondo-se a resolver melhor com processos mais rápidos as questões que se apresentam nos canteiros de obras. O arquiteto (INABA, Roberto, 2018) afirma que o uso constante do aço em obras recentes, como os estádios para a Copa do Mundo de Futebol de 2014, aeroportos, edifícios corporativos, hotéis e até edifícios da minha casa minha vida, confirmam a enorme contribuição que a construção em aço vem oferecendo para que possamos obter obras cada vez mais rápidas, sustentáveis, bonitas e bem eficientes. Os últimos dez anos mostram que as construções civis brasileiras vêm evoluindo e se igualando com o que existe de mais moderno no mundo.

Na construção civil, um bom gerenciamento faz com que se obtenha melhores resultados na obra, diminuído custo, tempo e riscos, entregando um produto de qualidade da melhor forma possível. Para um bom gerenciamento a utilização de normas como ISO 9000, NR18, PBQP-H, entre outras, são imprescindíveis, ao se aplicar os conceitos das normas no gerenciamento se garante uma melhora na qualidade dos serviços e um melhor controle independente de uma obra de pequeno e médio porte.

## 2. METODOLOGIA

O processo de fabricação do aço estrutural atualmente ocorre em usinas siderúrgica a partir do processo de Fornos Elétrico a Arco (EAF), e do processo Forno de Oxigênio Básico (BOF). Os perfis são laminados a quente, e produzidos através de blocos de aço, em sistema de laminação contínua, as limitações de fabricação são devidas às próprias cadeias de laminação que impõem uma bitola de altura máxima e mínima, que varia de acordo com o equipamento. Podem ser aplicados nos mais diversos segmentos da construção civil, industrial, construção naval e fundações e podem ser fabricados em diversas formas e seções.

Os Aços estruturais são matérias com propriedades específicas para determinados tipos de trabalhos mecânicos, para cada tipo de obra. No caso os aços mais adequados na construção civil são os de baixo carbono, que podem ter uma soldagem menos específica, abaixo uma lista com as normas aprovadas em estruturas metálicas. Os tipos de perfis mais utilizados em estruturas metálicas são H, I, L, T, U, W e Z. Cada um com sua particularidade, todos são resistentes e proporcionam inúmeros benefícios. (PFEIL; PFEIL, 2009).

Os aços citados são referências dos perfis produzidos pela Cosipa, Usiminas, Gerdau e CSN. As principais produtoras e distribuidoras de aços atualmente, com usinas siderúrgicas em diversas localidades do país segundo o Instituto Aço Brasil (2022).

O aço estrutural tem uma grande variação, podendo dizer que de modo simplificado, que o componente principal em sua fabricação é o Carbono. As variações de teor desse material

determinam as alterações na resistência e a maleabilidade do aço. Quanto maior o teor de aço carbono, maior é a resistências e menos dúctil o aço, ou seja, ele é menos capaz de sofrer deformações sem se romper. Abaixo está uma tabela de classificação do aço conforme seu teor de carbono. cita algumas das cinco particularidades do comportamento de tensão deformação do aço, essas particularidades são a ductilidade, fragilidade, temperatura, fadiga e a corrosão (CALISTER,2008).

O uso do aço estrutural tem como conceito apresentar novas melhorias de processos construtivos em seus projetos, com o passar dos anos as tecnologias vem evoluindo cada vez mais, e que para o desenvolvimento do projeto em campo acompanhe essa evolução, é indispensável que seja criado processos para se manter a qualidade e agilidade no canteiro de obras, e que também seja acompanhado por um profissional qualificado.

A execução de uma estrutura metálica consiste na fixação dos perfis de aço entre si com infraestrutura, todos os elementos construtivos como estacas, vigas de baldrame e sapatas precisam estar prontos no canteiro de obras. Para ligar os perfis da estrutura metálica é feito o processo de solda ou o uso de parafusos. Para uma boa execução de projeto é necessário um bom detalhamento do projeto estrutural, que se leva em conta possíveis interferências com os projetos de instalações elétricas, hidráulicas, ar-condicionado e entre outros, e evitar improvisar algo que tente suprir a necessidade de momento no canteiro de obras (PEREIRA, Caio, 2017).

As Ligações soldadas para que se tenha um maior controle de qualidade, devem ser executadas sempre que possível na própria fábrica, tipo de ligação ideal de peças com geometria complicada. já nas ligações parafusadas podem utilizar dois tipos de parafusos, os comuns que apresentam baixas resistências mecânicas, sendo, portanto, utilizados em ligações de peças secundárias como guarda-corpos, corrimãos, terças e outras peças pouco solicitadas. E temos o de alta resistência, são especificados para ligações de maior responsabilidade, devido a característica de alta resistência mecânica, geralmente tem um número mais reduzido de parafusos, além chapas de ligações menores. Não é recomendado a utilização de parafusos e porcas galvanizados sem pintura em estruturas de aço carbono comum ou resistentes a corrosão (QUEIROZ, Gilson, 1988).

Existem quatro tipos de projetos, que terão condições diferenciadas no caso de estruturas metálicas. Dados eles são, o arquitetônico, que deve prever as condições e locais onde haverá peças aparentes, o Plano de Prevenção contra Incêndio (PPCI), pois o comportamento ao fogo de concreto armado, madeira, estrutura metálica e quaisquer materiais, a modelagem irá seguir os princípios da análise estrutural, mas o projetista precisará avaliar as cargas de projeto previstas em norma específica, ligações e seções disponíveis no mercado, e por último se pode citar o orçamento e planejamento do empreendimento de construção civil. Mediante os projetos de metálica fornecidos para o fornecedor, prestador de serviços ou indústria, ela irá produzir as peças necessárias. Diferentemente de outros materiais, é mais difícil encontrar diferença de medidas de desbitolamentos. Toda e qualquer obra desde a mais moderna até a mais simples pode ser utilizada o aço estrutural, como também o aço estrutural é de extrema importância na utilização em pontes e projetos urbanos devido sua grande sustentação de vãos livres, rapidez na sua execução e praticidade de trabalho e estética moderna.

Se tratando das normas técnicas das estruturas metálicas, ela é redigida pela norma ABNT NBR 8800:2008 que entrou em vigor no mês agosto de 2008, que trata tanto dos projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço. Também rege as estruturas de concreto de edifícios à temperatura ambiente, com perfis soldados e laminados, incluindo os perfis tubulares, com e sem solda de costura. Portanto a NBR 8800 é utilizada tanto para as estruturas de aço quanto para as estruturas mistas, ou seja, de aço com concreto, que são mais comuns em serem encontradas no Brasil. Nesta NBR acima trata das normas limites das execuções de estruturas metálicas que sofrem com grande facilidade mudanças significativas



em seu estado se não aplicadas corretamente na obra suas dimensões de carga, ligações, dimensionamento e requisitos de suma importância como o a temperatura ambiente das estruturas. (PINHEIRO,2015).

### **3. ESTRUTURA DE AÇO COM FECHAMENTO EM ALVENARIA**

A utilização de estruturas de aço abriu novas oportunidades para a criação de projetos arquitetônicos. Os benefícios da utilização do sistema construtivo em obra são inúmeros e incluem prazos de construção mais curtos, maiores aberturas, maior área útil, flexibilidade, racionalização de materiais e mão de obra, redução de carga nas fundações, melhor organização nos canteiros de obra e aumento da precisão estrutural. Projetos de construção em grande escala, como shoppings, fábricas, aeroportos e prédios de vários andares são exemplos de projetos que usaram bem esse sistema de construção.

Apesar dos benefícios da utilização do aço na construção civil, alguns fatores dificultam na prática a utilização desse sistema construtivo. Segundo Coelho (2003), a simples passagem de um sistema estrutural armado para um metálico revelou - se ineficaz do ponto de vista técnico, levando a um aumento das patologias associadas às interfaces entre a estrutura e a vedação, em particular. Segundo o autor, superar esses obstáculos requer estabelecer novos princípios de gestão de projetos e construção, quebrar paradigmas ultrapassados desse tipo de construção e fornecer novos produtos que incluam não apenas a estrutura, mas também todos os outros sistemas que compõem o galpão.

Aspectos gerais sobre os sistemas de vedação vertical utilizados em estruturas de aço, o sistema de vedação vertical controla o volume e a divisão dos espaços em um edifício. Ele ou ela compõe quase toda a superfície vertical do galpão, servindo como uma barreira vital de defesa dos ocupantes contra os agentes ambientais externos e afetando negativamente o conforto térmico.

Além disso, o custo da obra é significativamente impactado pela interferência do sistema vedação. De acordo com dados do CBCA (2014), os custos associados às características externas de um galpão, como paredes alveolares, esquadria com tampo de vidro e acabamento aderido convencionalmente, variam de 9 a 13% do seu custo total no Brasil. De acordo com o tipo de metodologia utilizada, há uma maior amplitude de valores nos casos de trabalhos com vedações e revestimentos não convencionais, com valores que variam de 4 a 15%.

A razão pela qual as paredes exteriores ou fachadas são assim designadas é porque não têm finalidade estrutural, ou seja, não fazem parte da estrutura principal do edifício. No entanto, devem ser projetados para suportar as tensões provocadas pelo vento, cargas corrosivas e seu próprio peso, transmitindo-as à estrutura (CBCA, 2014).

Em países como Estados Unidos, da Europa e do Canadá, o uso de painéis pré-fabricados é amplamente difundido. Além de se tratar de uma alternativa de fechamento de grande velocidade de execução, a utilização destes painéis vai ao encontro da proposta de racionalização da construção, que é uma tendência nos países desenvolvidos (ARAÚJO, 2010).

Na Figura 1 apresenta-se uma imagem da construção de um galpão com estrutura metálica e seu fechamento em alvenaria com blocos estruturais.

Figura 1 – Construção de galpão industrial.



(Fonte: Bremen construtora, 2022)

De acordo com Silva e Silva (2003), para os edifícios com estrutura de aço, o emprego da alvenaria tradicional ainda não é a solução mais apropriada, principalmente na situação em que a velocidade da execução dos fechamentos verticais é um fator crítico para a viabilidade da construção do edifício. Contudo, o custo elevado e a dificuldade de se dispor de maiores tecnologias de fechamento tornam o uso da alvenaria ainda bastante comum no cenário da construção civil do país.

As razões para a utilização do sistema de fechamento em alvenaria podem se relacionar a: custo inferior quando comparado às soluções de maior tecnologia, mão de obra que não necessariamente é especializada, facilidade de se encontrar os componentes no mercado (blocos e argamassas) e tradição histórica em se construir paredes a partir da união de blocos.

#### 4. VEDAÇÕES EM ALVENARIA

Entende-se por alvenaria a associação de um conjunto de unidades de alvenaria (tijolos, blocos, pedras etc.) e ligante(s) que resulta num material que possui propriedades mecânicas intrínsecas, capaz de constituir elementos estruturais. (VALLE, 2008).

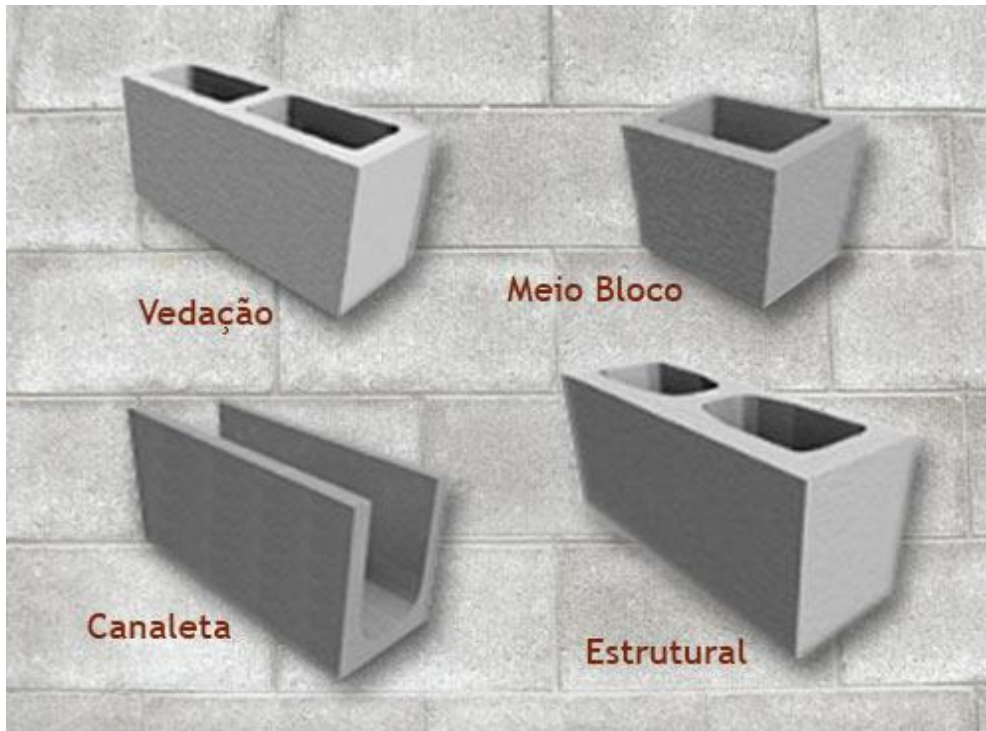
Sabbatini (1984) conceitua alvenaria como um componente complexo utilizado na construção e conformado em obra, constituído por tijolos ou blocos unidos entre si por juntas de argamassa formando um conjunto rígido e coeso.

Nascimento (2004) utiliza o termo “alvenaria de vedação” para classificar as paredes que funcionam como divisórias e que não representam vínculos estruturais com as estruturas periféricas. Segundo o autor, a principal função de uma alvenaria é de estabelecer a delimitação entre ambientes, principalmente a alvenaria externa que separa o ambiente externo do interno, atuando como barreira e filtro seletivo.

As alvenarias de vedação podem ser compostas por diferentes tipos de componentes (blocos ou tijolos), unidos entre si por juntas de argamassa. Para um galpão

industrial o mais comum é a utilização de blocos estruturais. Na Figura 2 apresentam-se como exemplo de componente típico para esse sistema.

Figura 2 – Blocos estruturais



(IPORÃ BLOCOS, 2017).

## 5. INTERFACES TÍPICAS ENTRE ALVENARIA E ESTRUTURA DE AÇO

Entende-se por interface entre alvenaria e estrutura de aço a região de encontro desses dois sistemas. Uma vez que essa junção reúne materiais com diferentes propriedades físicas e comportamentos mecânicos, é necessário estabelecer recomendações de projeto que permitam obter um trabalho conjunto adequado.

Em dois sistemas contíguos, como vedação e estrutura, por exemplo, para se garantir a durabilidade do conjunto deve-se assegurar a estanqueidade, a possibilidade de dilatação e as amarrações, que perfazem a correta leitura do comportamento dos materiais utilizados (ASSED e ASSED, 1988).

Segundo Coelho (2004) é essencial na construção industrializada, dedicar-se mais tempo ao projeto e ao planejamento, em benefício de maior rapidez na execução da obra. A escolha dos elementos construtivos e a sua melhor combinação são fatores preponderantes para a racionalização da construção e a redução de prazos e custos. Nesse contexto, referindo-se à construção em aço, a interface entre as vedações (paredes e lajes) e a estrutura requerem atenção especial, visando aumentar a velocidade da construção e prevenindo eventuais patologias.

Dentre os sistemas de fechamento em alvenaria utilizados nos edifícios com estrutura de aço é possível encontrar diferentes alternativas de ligação das interfaces alvenaria-estrutura. Os fechamentos que permitem algumas movimentações diferenciais são preferencialmente utilizados por estarem mais em conformidade com o comportamento dos elementos estruturais.

Coelho (2004) apresenta um conjunto de detalhes para diversos tipos de sistemas de vedação. No que se refere às alvenarias, são apresentados detalhes típicos para paredes



cortina e alvenaria moldada "in loco", sendo esta última subdividida em alvenaria vinculada e desvinculada.

As paredes cortinas definidas por Coelho (2004) são executadas externamente à estrutura, apoiadas diretamente nas fundações ou em vigas de transição. A estabilização horizontal se dá por meio de conectores fixados à estrutura no nível das lajes ou das vigas.

## **6. COMPORTAMENTO DIFERENCIAL ENTRE ALVENARIA E ESTRUTURA DE AÇO**

O movimento natural das alvenarias e estruturas – sejam elas de aço ou concreto, seja relacionado à deformação de elementos estruturais – introduz tensões na alvenaria. Se o resultado da ação aplicada for maior que a deformação permitida pela alvenaria, começarão a aparecer trincas, e mesmo a separação dos elementos de vedação, pode ocorrer infiltração de água (DIAS, 2002).

Segundo Laska (1993), alvenaria e elementos de aço sofrem alterações de volume devido a mudanças de temperatura e deformações causadas por cargas estáticas ou dinâmicas, e também a alvenaria devido a mudanças de umidade. A mudança de volume é variável e depende das propriedades físicas de cada material.

Alvenaria e aço reagem de maneira diferente a mudanças repentinas de temperatura ou carga, de modo que ocorrem movimentos diferentes entre eles. Além disso, segundo o autor, é necessário analisar criteriosamente as alterações volumétricas apresentadas pelos elementos de alvenaria e aço para desenvolver detalhes de projeto que possam acomodar os movimentos diferenciais causados por essas alterações.

A resistência à compressão da alvenaria depende diretamente da resistência do bloco utilizado, enquanto a resposta à tração e ao cisalhamento depende da capacidade da argamassa. Pode-se concluir que, quanto menor a capacidade de resistência à compressão do bloco, o surgimento de danos nas alvenarias é mais frequente em um menor espaço de tempo e com maior intensidade. (SILVA e SILVA, 2003).

O aço tem as mesmas características de resistência à tração e resistência à compressão. A tensão de tração simples é a mais adequada para o aço, pois não apresenta nenhuma dificuldade de união ou conexão com outras partes da estrutura, além de criar seções esbeltas. Quanto mais forte o aço, mais adequado ele é para tensão de tração simples.

Embora o aço tenha resistência à compressão simples tão alta quanto à resistência à tração simples e não apresente dificuldades na transmissão dessas forças no elo da corrente, a esbeltez da seção transversal devido a essa vantagem pode facilitar a ocorrência de fenômenos de instabilidade (REBELLO, 2007).

## **7. RECOMENDAÇÕES PARA ALVENARIA INSERIDA NO PLANO DA ESTRUTURA DE UM GALPÃO**

Quando a alvenaria é inserida no plano estrutural, todas as interfaces entre a alvenaria e a estrutura de aço devem ter detalhamento especial. O principal objetivo do detalhamento foi novamente acomodar o movimento entre a alvenaria e a estrutura metálica e impedir a entrada de água.

Não é recomendado o assentamento de alvenaria diretamente no aço. O contato direto entre eles certamente fará com que apareçam rachaduras. Nestes casos, recomenda-se um sistema de montagem entre a alvenaria e a estrutura.

Para implementar este sistema de encaixe, são utilizadas cantoneiras soldadas a perfis de aço. Esses ângulos acomodam EPS (material deformável) e acomodam blocos de alvenaria, sendo importante que suas asas sejam dimensionadas adequadamente para isso.

Esta área dificulta ou mesmo impossibilita o acabamento no local da interface, seja utilizando apenas o aplicativo argamassa ou selante. Também indesejável é a ocorrência desses pequenos espaços vazios visualmente confusos, propensos ao acúmulo de poeira e de difícil acesso. A execução do sistema de invasão e o preenchimento do espaço aberto com um material que veja e não invada aquela área, como EPS, são aconselhados para evitar essa ocorrência.

A argamassa de pintura deve ser utilizada com aditivos para aumentar a aderência, e feita sobre este enchimento, recomenda-se malha galvanizada para combater a retração. No acabamento interior desta argamassa pode-se fazer a ondulação na zona de contacto com a mesa perfilada, e no acabamento exterior deve-se utilizar selante ou manta EPDM.

As alvenarias inseridas no plano da estrutura de aço devem ser utilizadas quando é interessante o efeito estético da estrutura de aço nas fachadas e quando se tem condições de fazer o tratamento adequado em todas as interfaces.

## **8. SISTEMA DE CONSTRUÇÃO LIGHT STEEL FRAME**

O Light Steel Frame, também conhecido como LSF, tem como tradução, estrutura de aço leve, sendo um sistema construtivo que se utiliza de perfis de aço leve, que pode ser utilizado em galpões.

De acordo com o manual de procedimentos da Consulstell de 2002, o LSF é um sistema destinado à construção de edifícios. É composto por diversos componentes, incluindo suporte estrutural, isolamento térmico, fechamento interno e externo, instalação hidráulica e elétrica.

Uma das muitas características desse sistema é a sustentabilidade, que surgiu como uma das grandes tendências da atualidade e vem se tornando cada vez mais importante na concepção de novos projetos. O LSF é um sistema ambientalmente saudável que não é excessivamente agressivo com o meio ambiente. Seus componentes pré-fabricados e industrializados possibilitam uma redução significativa de resíduos no volume das operações, no custo dos descartes de entulho, além de proporcionar maior grau de controle de qualidade (GRANJA E JACOMIT, 2010).

Outro benefício importante deste sistema é a sua flexibilidade. Segundo Hass e Martins (2011), o LSF é bastante adaptável e pode ser utilizado de diversas formas, incluindo reformas, mudanças no uso de edificações e acréscimos. Também facilita a água, esgoto, eletricidade e outros materiais para passar. Devido à sua estrutura mais leve, facilita o início da fundação, podendo diminuir o valor final da fase (MACHADO, 2008).

Segundo Campos e Sousa (2010), os maiores benefícios do LSF são a facilidade de fazer reparos e realizar manutenções conforme necessário, pois não há necessidade de realizar a bagunça usual em alvenaria convencional. Além de produzir um produto de alta qualidade e segurança, é necessário mão de obra especializada, ferramentas e equipamentos para isso.

Segundo Glubler (2021), o LSF possui uma estrutura mais leve que a alvenaria convencional, além de maior precisão e velocidade de montagem. Além disso, houve uma diminuição significativa nas perdas e desperdícios de materiais, e o LSF é capaz de reciclar 100 % do aço que sobra nas obras e vem com garantia de qualidade dos fornecedores deste material.

Os acabamentos em alumínio também possuem um alto nível de durabilidade e, por serem galvanizados, também possuem alto nível de resistência à corrosão e apresentam alto nível de estabilidade dimensional (HASS E MARTINS, 2011).

Em contrapartida, Barros (2020) destaca as principais desvantagens do sistema, incluindo o alto custo inicial e a impossibilidade de compra de materiais atrasar o projeto. Além disso, os custos de construção em LSF são frequentemente mais elevados devido à falta de



mão-de - obra qualificada, seja durante as fases de planejamento, desenvolvimento do projeto ou execução. Devido ao projeto idealizado da estrutura de alumínio por ser leve, o LSF também pode não conseguir compensar financeiramente a construção de prédios sobre quatro pavimentos.

Segundo Bortolotto (2015), o LSF é composto por elementos estruturais e /ou vedantes. Os elementos estruturais trabalham em conjunto para suportar todos os esforços mecânicos a que a construção está sujeita, sendo cada um destes componentes uma pequena, mas significativa contribuição para a capacidade geral da estrutura de suportar o peso da carga.

Devido ao seu baixo peso, este método requer menos fundação, sendo os principais tipos de fundação que mais se adequam a este sistema o radier e a sapata corrida. Isso ocorre porque as cargas são distribuídas linearmente sobre a estrutura (PRUDÊNCIO, 2013).

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), a pressão do vento pode causar movimento em um edifício; para evitar isso, os pilares devem estar firmemente ancorados na fundação. Para isso, diversos tipos de adesivos são utilizados, como adesivo provisório, adesivo expansível com parabolts, adesivo com barra rosqueada em forma de J e adesivo com encaixe metálico. No entanto, o adesivo químico com barra roscada em forma de J é mais utilizado neste sistema (OLIVEIRA E LOPES, 2014).

Para Santos (2020) existem dois principais métodos de montagem no steel frame, sendo eles utilizando perfis comerciais, também conhecido como stick, ou perfis de engenheiros. Perfis comerciais são produzidos em massa, com barra de 3 e 6 metros, seus tamanhos são definidos na obra, seguindo as especificações do projetista, ou seja, são necessários equipamentos de posicionamento, marcação, medição, corte e esquadro.

Segundo Santos (2020), existem dois métodos principais para a montagem de uma estrutura de aço, sendo que ambos utilizam parafusos comerciais, às vezes conhecidos como “varas” ou “parafusos de engenharia”. Os acabamentos comerciais são produzidos em massa com barras de 3 a 6 metros de comprimento, e seus tamanhos são determinados na obra de acordo com as especificações do gerente do projeto. Como resultado, são necessários equipamentos de posicionamento, equipamentos de marcação, equipamentos de medição, equipamentos de corte e equipamentos de esquadria.

Ao contrário, as licenças de engenharia são produzidas através do projeto; ou seja, eles vêm de fábrica listados, agrupados, com aberturas para passagem de instalação e com locais para fixação, de acordo com o projeto. Como resultado, a montagem pode ser feita de forma mais rápida e fácil. Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), a principal diferença entre o LSF e os telhados dos sistemas convencionais de alvenaria é a mudança de material, onde os perfis de aço substituem a madeira.

Crasto (2005) conclui afirmando que as coberturas compatíveis com LSF podem acomodar uma grande variedade de tipos de coberturas, incluindo telhas, que necessitam de suporte. Normalmente, esse suporte é fornecido por OSB (oriented strand board), que é feito de pranchas de madeira orientadas protegidas por uma camada impermeável membrana. Já os telhados cerâmicos podem exigir o uso de perfurações tipo cartola paralelas os caibros para propiciar a evaporação da água.

O sistema de fechamento vertical é composto pelas paredes externas e internas da edificação, para melhorar o isolamento termoacústico delas é possível utilizar alguns materiais como, lã de vidro ou lã de rocha, para evitar a variação de calor, seja para mais ou para menos, assim como mitigar a passagem de sons, servindo de barreira para o ambiente externo (OLIVEIRA E LOPES, 2014)

Santiago, Rodrigues e Oliveira (2010), propõe a utilização de lã de PET no lugar da lã de vidro ou lã de rocha, por ter um desempenho semelhante, mas com a vantagem de ser obtido a partir de materiais reciclados. Para fazer o fechamento no sistema LSF, os materiais utilizados devem ser leves e compatíveis com o conceito da estrutura, dentre eles, tem o OSB,



a placa cimentícia e o gesso acartonado (CRASTO, 2005).

Segundo Rodrigues (2006), o OLSF é um método construtivo que utiliza chapas de aço galvanizado para diversas etapas do projeto, incluindo a montagem da estrutura e do telhado.

Segundo Consulstell (2002), o LSF possui uma variedade de subsistemas, incluindo isolamento termoacústico, instalação hidráulica e elétrica, entre outros. O LSF tem inúmeros benefícios, assim como;

- **Agilidade na construção:** o Steel Frame possibilita que uma construção seja executada de forma rápida já que a maioria dos seus componentes são pré-fabricados. Algumas casas podem ser finalizadas em 15 dias ou menos.
- **Redução do peso da estrutura:** os perfis de aço galvanizado são leves e não geram grandes esforços de carga na estrutura. Por isso, normalmente são utilizadas as fundações superficiais do tipo radier.
- **Maior precisão na execução:** como os painéis são fabricados por meios industriais, a precisão e a redução de erros faz com que o Steel Frame seja um sistema construtivo mais confiável.
- **Edificação sustentável:** não é necessário o uso de recursos naturais como água para a execução do Steel Frame. Além disso, gera-se muito pouco lixo e resíduo na sua construção.
- **Melhor isolamento térmico e acústico:** esse tipo de estrutura proporciona bons níveis de isolamento térmico e acústico.
- **Menor custo:** se comparado com o sistema convencional de concreto e estruturas metálicas, o Steel Frame é mais barato, principalmente em edificações menores, pois o custo com materiais e mão de obra acabam sendo menores devido ao curto tempo de execução da obra.

Mas também como todo sistema tem suas vantagens, o Steel Frame não está isento das desvantagens, como por exemplo:

Limite de pavimentos: embora existam alguns exemplos de prédios de vários pavimentos sendo construídos, é mais comum encontrar edificações térreas construídas em Steel Frame ou edifícios com até 5 pavimentos.

Dificuldade de encontrar mão de obra especializada: para que o sistema seja mais barato e rápido do que outros métodos construtivos, deve-se realizar treinamentos constantes da mão de obra.

Para o fechamento externo, a estrutura é composta pelos perfis de aço galvanizado, painel estrutural de OSB, isolante termoacústico e placas cimentícia. Após a aplicação da placa é possível adicionar o tipo de acabamento desejado.

O fechamento interno é composto pelos perfis de aço galvanizado, isolante termoacústico, placa de drywall (gesso acartonado) e revestimento de acabamento (pintura, cerâmica etc.).

A fundação, normalmente, é do tipo radier já que o Steel Frame é uma estrutura leve, porém o cálculo estrutural deve ser feito para analisar qual é o tipo mais adequado para a construção de um galpão.

## 9. FECHAMENTO E ACABAMENTO

Para Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 78), o sistema LSF possibilita o emprego de vedações racionalizadas a fim de proporcionar maior grau de industrialização na construção. Os componentes de fechamento são fixados externamente à estrutura e juntamente aos perfis de aço galvanizado irão formar o fechamento interno e externo da edificação.

As placas de OSB (Oriented Strand Board), podem ser utilizadas como fechamento

vertical dos painéis, para forros, pisos e como substrato para cobertura do telhado, apresentando propriedades de resistência adequadas para trabalhar como diafragma rígido quando aplicadas aos painéis estruturais e lajes de piso.

No entanto, devido a suas características, as placas de OSB devem receber acabamento impermeável quando expostas às intempéries através de uma manta de polietileno de alta densidade que reveste toda área externa das placas, além de um revestimento final que pode ser executado utilizando o siding vinílico ou argamassa seguida de pintura.

As placas cimentícias podem ser utilizadas como fechamento de painéis e pisos, sendo ideais para áreas molháveis e expostas às intempéries, apresentando vantagens como a elevada resistência a impactos, o baixo peso próprio e a rapidez de execução de sua montagem. As placas utilizadas no sistema LSF normalmente possuem dimensão fixa de 1,20m de largura, apresentando espessura de acordo com a função e aplicação da placa.

Outra opção de fechamento bastante utilizada no sistema Light Steel Frame são as placas de gesso acartonado (Drywall), usadas na compartimentação e separação de espaços internos em edificações, sendo caracterizadas pela sua leveza e por não possuir função estrutural. As placas normalmente possuem largura de 1,20m, e espessuras de 9,5mm, 12,5mm e 15mm, sendo comercializadas em três tipos: As placas Standard para áreas secas (ST), as placas resistentes à umidade (RU) e as placas resistentes ao fogo (RF). Segundo Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 89), entre o sistema de fechamento dos painéis pode ser instalado isolantes, visando obter um conforto termo-acústico adequado.

Os autores destacam que o isolamento termo-acústico é uma forma de controlar a qualidade do ambiente interno da edificação, barrando a transmissão de sons e evitando as perdas ou ganhos de calor para o meio externo ou contíguo.

Ligações e Montagem Para Santiago, Freitas e Castro (2012, p. 96), existe uma ampla variedade de ligações e conexões para estruturas de aço e seus componentes. Os parafusos auto-atarraxantes e auto-perfurantes são as ligações mais utilizadas no sistema LSF e são disponíveis em uma série de tamanhos que vão do n°6 ao n°14, sendo recobertos com uma proteção em zinco para evitar a corrosão e manter características similares à estrutura galvanizada.

Segundo os autores, os parafusos auto-atarraxantes apresentam dois tipos de ponta: a ponta broca e a ponta agulha, sendo a espessura da chapa de aço a perfurar que define o tipo de ponta a ser utilizada.

Complementam que a montagem da estrutura em Light Steel Frame varia em função do projetista e da empresa construtora, podendo atingir um patamar de alto nível de industrialização, sendo que as atividades do canteiro de obras se resumem a montagem da edificação através do posicionamento de unidades e sua interligação (método de construção modular).

No entanto, os autores destacam que no Brasil, o método de montagem por painéis foi o que mais se adaptou à cultura das empresas construtoras e à mão de obra disponível, sendo amplamente utilizado como método de montagem das edificações residenciais.

## **10. CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA LIGHT STEEL FRAME**

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 12), o Steel Frame (LSF) é um sistema construtivo logicamente projetado que consiste em uma estrutura feita de pequenas perfurações de aço galvanizado que são formadas a altas temperaturas e são usados para construir autoportantes, empilhamento de vigas, treliças e outros componentes.

Os autores ainda acrescentam, que o Steel Frame mostrado na figura 3, é caracterizado por ser um sistema altamente industrializado que possibilita uma construção a seco com grande rapidez de execução, sendo composto por vários componentes e subsistemas,

como fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo, e instalações elétricas e hidráulicas.

Figura 3 – Montagem de Galpão em Light Steel Frame



Fonte: Alexandre Baruffi (2012).

Esses organismos fazem parte do sistema estrutural do LSF, que é composto por juntas estruturais ou autoportantes que são responsáveis pela integridade da edificação, suportando as demandas impostas à estrutura.

Ainda segundo os autores, existem fundamentalmente três métodos construtivos diferentes que fazem uso do sistema Light Steel Frame, o método stick, o método painel e o método construtivo modular. No método Stick, as perfurações são cortadas no local da obra, e aí são instalados os painéis, lajes, colunas e treliças de telhados.

As perfurações podem permitir a passagem de instalações elétricas e hidráulicas, e os demais sistemas são instalados após a montagem da estrutura. Esta técnica oferece vantagens como a facilidade de transporte dos componentes até o canteiro e a simples execução das ligações entre as peças, permitindo sua utilização em locais onde a pré-fabricação não é viável.

O método Stick também pode ser dividido em Plataforma e Balloon. Na construção Stick Balloon, a estrutura do piso é fixada nos cantos dos montantes, e os painéis são tipicamente muito grandes e se estendem sobre um pavimento. Já no método Stick Platform, os pisos e painéis são construídos sequencialmente, um pavimento de cada vez, e os painéis não são estruturalmente contínuos.

No método dos painéis, componentes como painéis, treliças de telhado, contramedidas e lajes podem ser pré-fabricados fora do canteiro e aí montados. Os principais benefícios do método são a rapidez de montagem, o alto nível de controle de qualidade na produção do sistema, a redução da mão de obra necessária para a construção e a melhoria da precisão dimensional em função das condições mais favoráveis para a montagem do sistema.

O método construtivo modular, no entanto, consiste em unidades totalmente pré-fabricadas que podem ser entregues no local do empreendimento com todos os acabamentos internos como re-cobertura, persianas sanitárias, bancadas, metais, instalações hidráulicas e elétricas, entre outros. Estrutura perfurada em aço galvanizado para Santiago, Freitas e Crasto (2012, p. 16) é parte principal do sistema LSF.



Os autores acrescentam que para a criação de um conjunto autoportante capaz de suportar as demandas dos componentes da edificação, é imprescindível que o projeto estrutural e o dimensionamento dos perfis sejam realizados por um profissional habilitado e que atenda aos requisitos de Padrões brasileiros para perfis formados a frio.

## 11. COMPARATIVO DA FUNDAMENTAÇÃO DE UM GALPÃO DE AÇO COM FECHAMENTO EM ALVENARIA E UM USANDO O STEEL FRAME

**Fundação:** Enquanto na fundação da alvenaria é utilizado cerca de 10 a 15 % do orçamento total da obra com cargas pontuais, no Steel Frame este valor chega entre 5% a 7% com cargas distribuídas.

**Materiais:** Na alvenaria são utilizados materiais que degradam o meio ambiente, enquanto no Light Steel Frame são utilizados materiais sustentáveis e que podem ser reciclados.

**Instalações Elétricas e Hidrossanitárias:** Na alvenaria é necessário quebrar as paredes para a instalação de canos e eletrodutos e depois fechá-la novamente. Enquanto no Steel Frame as instalações transitam nos vazios internos das paredes, lajes e forros, sendo fixadas após a montagem da estrutura. Nos perfis existem furos de serviço por onde passam os eletrodutos e tubulações, não sendo necessário cortes na parede para instalação.

**Orçamento final:** A alvenaria é um sistema que não se pode prever corretamente o valor final, pois sempre há faltas ou sobras de materiais durante a obra que não foram previstos. No Steel Frame existe uma fidelização orçamentária, pois como o sistema é composto por materiais com medidas padrões é muito mais fácil calcular o valor total a ser gasto e sem surpresas no final da obra.

**Canteiro de obra:** Na alvenaria o canteiro de obras possui muitos entulhos e difícil manutenção e organização. No Steel Frame o canteiro de obra é limpo e organizado com pouquíssimo ou nenhum entulho.

**Manutenção:** Para manutenções de elétrica ou hidráulica na alvenaria é necessário quebrar as paredes e após realizadas as manutenções necessárias é feito o fechamento destes espaços, lixando e pintando em seguida. Sempre cuidando para não haver deformações nestes locais para que o acabamento da parede não seja comprometido. Já no Steel Frame as manutenções são realizadas retirando as placas e após a manutenção é só recolocá-las no local novamente, são manutenções rápidas e práticas.

**Desempenho Térmico e acústico:** A alvenaria possui índices de desempenho térmico e acústico que segue as normas mínimas de desempenho. Enquanto no Steel Frame o isolamento térmico e acústico possui índices muito superiores, pois a troca térmica entre o ambiente externo e interno é muito baixa proporcionando um conforto maior a edificação.

**Segurança:** Diferentemente do que se pensa, a alvenaria não é tão resistente, pois os tijolos da vedação podem ser quebrados. A técnica construtiva a seco do sistema Steel Frame traz mais segurança, oferecendo maior resistência a ações do tempo e a invasões, devido a qualidade e resistência dos materiais.

**Prazo de execução:** A alvenaria é um sistema que leva mais tempo para ser construído, pois é necessário esperar a secagem do concreto e o assentamento unitário dos tijolos. O Steel Frame é um sistema de rápida montagem. Assim podemos concluir que o Steel Frame é um sistema construtivo mais moderno, oferecem diversos benefícios em relação à alvenaria. É um sistema sustentável, seguro e com qualidade.

## 12. RESISTENCIA E DURABILIDADE DO STEEL FRAME NAS CONSTRUÇÕES DE GALPÕES

A vida útil de um galpão construído em estrutura leve de aço pode variar de 100 a 200 anos, dependendo da qualidade da construção e dos materiais utilizados. A recomendação é usar apenas componentes certificados em todas as fases do projeto, desde a estrutura até as reformas, pois isso evitará o desenvolvimento de patologias futuras que possam encurtar a vida útil da edificação do galpão.

É importante ter em mente que erros cometidos durante a fase de execução podem prejudicar significativamente a qualidade e durabilidade da edificação. Nenhum profissional pode instalar o sistema porque ele não aceita excentricidades e exige ajustes perfeitos, parafusamento, e prumos corretos.

Material com excelente relação em resistência mecânica / peso, o aço ainda necessita de proteção adequada contra corrosão para garantir uma vida útil compatível com a maioria dos usos potenciais da construção. Essa proteção é fornecida de forma segura, fácil e econômica pelo método de galvanização por imersão em água quente. O processo de galvanização, em sua forma mais simples, envolve cobrir o ferro com uma capa de zinco puro que atua como um escudo.

Os vários tipos de galvanizado por imersão a quente são estabelecidos por diferentes normas internacionais, tais como a ASTM C653 e a norma brasileira NBR 6323. Nesta última, são estabelecidos os diferentes revestimentos que são identificados com a letra Z seguida de um número que indica a quantidade de gramas de zinco depositadas em ambas as faces. Esses revestimentos vão desde Z100 até Z600 e são determinados mediante um procedimento indicado na norma denominado “ensaio triplo”.

Na norma ASTM, a massa do revestimento é especificada com a letra G seguida de um número que indica a massa expressada em libras por pé quadrado.

Assim, um revestimento Z275 da norma NBR, equivale a um G90 da ASTM e um Z180 a um G60.

A norma NBR 15253 é a que estabelece as características dos perfis para Steel Frame, indica as características que deve cumprir o revestimento galvanizado de perfis estruturais para prédios, estabelecendo um revestimento mínimo Z275, ou seja, de 275 gr/m<sup>2</sup> em ambas as faces, equivalente a 20 microns em média por face.

A vida útil de uma estrutura de aço galvanizado depende, da quantidade de zinco do revestimento e das condições do meio que o rodeia. Figura 4 – Estrutura galpão em Steel Frame



(fonte: Wallco Construções, 2014)

### 13. ANÁLISE COMPARATIVA DE UM GALPÃO COM ESTRUTURA DE AÇO E FECHAMENTO EM ALVENARIA E UM GALPÃO STEEL FRAME.

Após o conteúdo abordado relatando cada processo de construção e materiais utilizados nas instalações de um Galpão, podemos analisar que o Steel Frame, seria mais eficaz para construção de um galpão pela sua ótima qualidade de materiais, durabilidade e sustentabilidade.

Como podemos ver os gastos com alvenaria convencional estima-se aproximadamente o valor de R\$1520,98 por metro quadrado. Esse valor foi baseado no preço mínimo do m<sup>2</sup> (preço base de construção no Brasil em alvenaria) e que pode chegar muito mais que isso para outros padrões. Mas vamos considerar o valor mínimo para efeito de comparação.

**Tabela 01 – Preços compostos por M<sup>2</sup> de um galpão de aço estrutural e fechamento em alvenária.**

DESCRIÇÃO	CLASS	UND	COEF	PREÇO UNITÁRIO S/TAXAS	TOTAL S/ TAXAS
BLOCO ESTRUTURAL 19 X 19 X 39 COM MÃO DE OBRA DE ASSENTAMENTO	MAT/MOD	M <sup>2</sup>	1,00	R\$ 102,60	R\$ 102,60
PISO INDUSTRIAL COM ESPESSURA DE 12 CM (MATERIAIS, FIBRA, LONA, TELA, BARRA DE TRANSFERENCIA, TRELICHA, ARAME, CONCRETO FCK35 E MÃO DE OBRA)	MAT/MOD	M <sup>2</sup>	1,00	R\$ 119,19	R\$ 119,19
COLUNAS E VIGAS DE AÇO A36 COM MÃO DE OBRA DE MONTAGEM	MAT/MOD	KG/M	35,90	R\$ 19,80	R\$ 710,82
ESTRUTURA PARA COBERTURA EM AÇO A36 COM MÃO DE OBRA DE MONTAGEM	MAT/MOD	KG/M <sup>2</sup>	14,00	R\$ 20,76	R\$ 290,64
TELHA DE AÇO GALVANIZADA TERMOACÚSTICA ( COM MATERIAIS, PARAFUSO, MASSA DE CALAFETAR E MÃO DE OBRA)	MAT/MOD	M <sup>2</sup>	1,06	R\$ 280,88	R\$ 297,73
				<b>TOTAL GERAL SEM TAXAS</b>	<b>R\$ 1.520,98</b>

Fonte: do autor, 2022 – extraído e adaptado de TCPOweb.

Na tabela 01, podemos ver os custos médio adquirido pela TCPO, onde não está o incluso o valor de fundação. O valores acima compostos são por M<sup>2</sup> já com mão de obra e material.

Agora na tabela 2 logo abaixo podemos ver os gastos com a construção em Steel Frame onde se estimam-se aproximadamente o valor de R\$771,48 por metro quadrado, valores também baseados na TCPOweb, com última atualização em setembro de 2022.

**Tabela 02 – Preços compostos por M<sup>2</sup> de um galpão em Steel Frame**

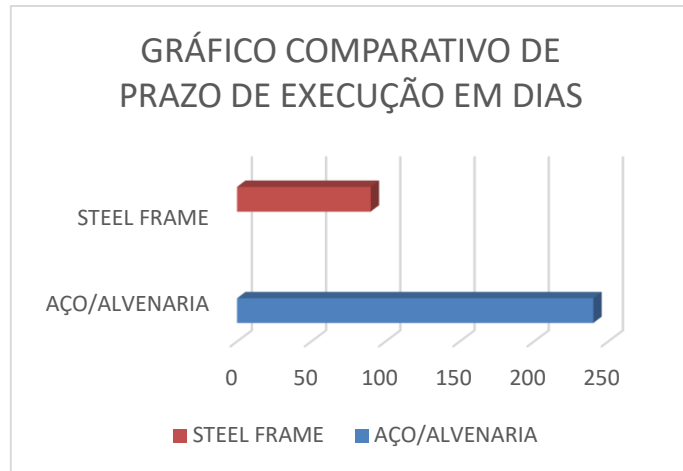
DESCRIÇÃO	CLASS	UND	COEF	PREÇO UNITÁRIO S/TAXAS	TOTAL S/ TAXAS
PISO INDUSTRIAL COM ESPESSURA DE 12 CM (MATERIAIS, FIBRA, LONA, TELA, BARRA DE TRANSFERENCIA, TRELIÇA, ARAME, CONCRETO FCK35 E MÃO DE OBRA)	MAT/MOD	M <sup>2</sup>	1,00	R\$ 119,19	R\$ 119,19
PERFIS EM AÇO GALVANIZADO PARA MONTANTE E GUIA, PAINEL DE GESSO ACARTONADO LOCAIS SECOS E UMIDOS, PLACAS OSD, PLACAS CIMENTÍCIAS, MANTA TYVEK, PARAFUSOS, FITAS, ARGAMASSA PARA TRATAMENTO DAS JUNTAS - MÃO DE OBRA MONTAGEM	MAT/MOD	M <sup>2</sup>	1,00	R\$ 354,56	R\$ 354,56
TELHA DE AÇO GALVANIZADA TERMOACÚSTICA ( COM MATERIAIS, PARAFUSO, MASSA DE CALAFETAR E MÃO DE OBRA)	MAT/MOD	M <sup>2</sup>	1,06	R\$ 280,88	R\$ 297,73
				<b>TOTAL GERAL SEM TAXAS</b>	<b>R\$ 771,48</b>

Fonte: do autor, 2022 – extraído e adaptado de TCPOweb.

Na tabela 01, podemos ver os custos médio adquirido pela TCPO, onde ainda podendo considerado como fundação o piso industrial, onde esse tipo de construção necessita da radier para montagem dessa estrutura. O valores compostos são por M<sup>2</sup> já com mão de obra de montagem inclusa e o material.

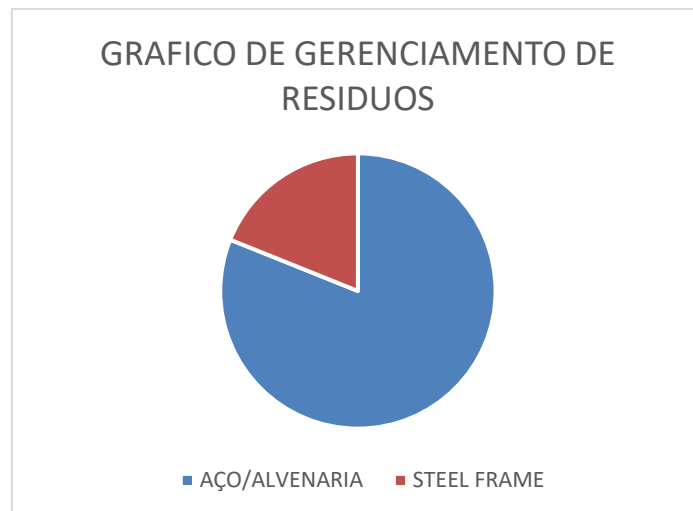
Como já dito anteriormente acima, podemos ver que pelo custo levantado que as vantagens de um galpão construído em Steel frame são;

1. Rapidez na construção: Por não levar massa e cimento, o Steel frame necessita apenas da montagem da estrutura. Inclusive, é possível preparar os painéis das paredes em outro local, antes da obra. Isso otimiza tempo de construção e economiza nos gastos do projeto. Uma construção à base de Steel frame que demora de três a quatro meses, em uma mesma obra convencional levaria de 12 a 18 meses.



(Fonte: Feita pelo autor, 2022)

2. Obra limpa e sem entulhos: uma obra com Steel Frame não gera o tanto de resíduos das obras convencionais, como restos de massa, cacos de tijolo, areia, entre outros itens. Portanto, o desperdício de materiais de construção também é consideravelmente menor.



(Fonte: Feita pelo autor, 2022)

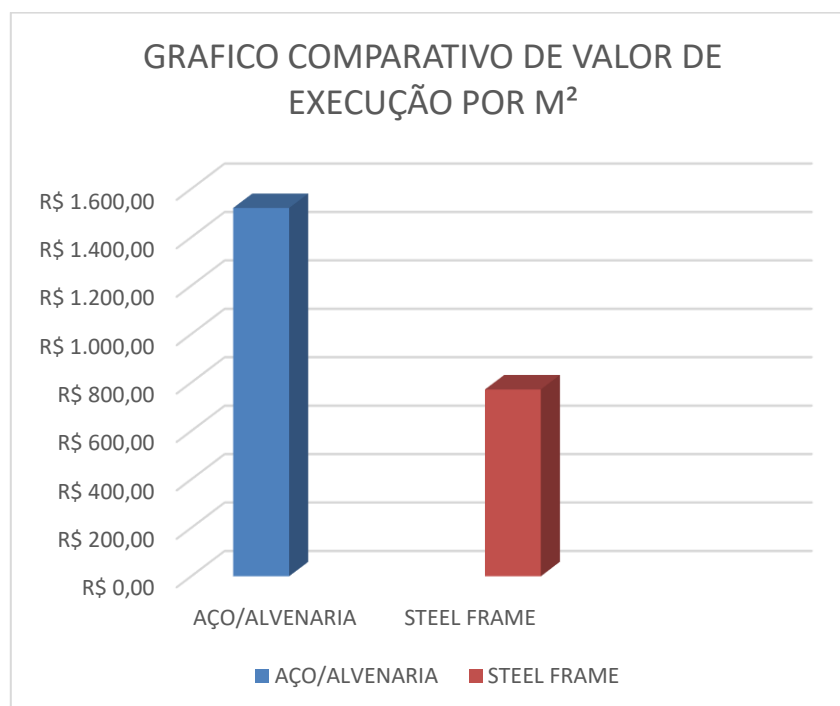
3. Obra sustentável: Além de não desperdiçar tantos materiais, os que são utilizados no Steel Frame (aço galvanizado, alumínio, gesso, lã PET, placas OSB e cimentícias) são altamente recicláveis e reutilizáveis. Por ser uma construção a seco, também não utiliza tanta água, como nas convencionais. O único momento em que necessita do líquido é na limpeza final da obra, e na formação do radier (estrutura de fundação no solo). Por fim, outra vantagem desse método mais sustentável é a economia de energia. Afinal, as obras de alvenaria utilizam materiais densos, que absorvem calor. Portanto, as casas convencionais necessitam mais uso do ar-condicionado no verão, enquanto as de Steel Frame possuem isolamento térmico mais eficiente. Estima-se que a economia seja de 20% a 30%, em relação às casas de alvenaria.

4. Resistência e durabilidade: Uma construção feita com Steel Frame pode durar anos. Afinal, o aço galvanizado, usado no lugar do concreto armado, é uma das matérias-primas mais resistentes e de longa durabilidade que existem no mercado.

Com base nesses pontos podemos ver que entre os contras do galpão de alvenaria que aparecem em muitas etapas de produção, o layout da construção não pode ser alterado, o custo é alto e, ainda, é preciso vencer todas as etapas burocráticas para que a estrutura seja adequada de acordo com o objetivo dele.

A classificação proposta para alvenarias de vedação para estruturas de aço, baseada nos parâmetros de continuidade dos panos de alvenaria, posicionamento da alvenaria em relação à estrutura e rigidez das ligações alvenaria-estrutura permitiu a sistematização de informações importantes para a tomada de decisões de projetos.

Dentre todas as possibilidades de soluções para fechamento em alvenaria de edifícios em estrutura de aço, entende-se que o sistema de alvenaria formada por panos descontínuos, fora do plano da estrutura e desvinculada é o mais recomendado.



(Fonte: Feita pelo autor, 2022)

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o Steel Frame é uma modalidade de construção com vários benefícios mesmo tendo como contra algumas questões como falta de profissionais qualificados na área e por ainda não ter mercado o suficiente, nem tanta aceitação por medo e inseguranças.

Mas comprovamos nessa análise comparativa com levantamento de custo para essa construção o Steel frame em galpões acaba compensando significativamente bem mais do que a utilização de aço com fechamento em alvenaria, tanto na questão de preço, sustentabilidade, durabilidade e qualidade.

Com ênfase nos dias atuais sobre o meio ambiente e a preservação do nosso planeta, a construção em Steel Frame é uma ótima opção por ser rápido, ágil e acima de tudo uma construção limpa, proporcionando um bem estar e preservação de nosso planeta.



## REFERÊNCIAS:

ARAÚJO, A. L. de. **Proposta metodológica para o projeto de sistemas de fechamento em alvenaria para edifícios em estrutura de aço com fins institucionais.** 2010.

ASSED, J. A.; ASSED, P. C. **Construção civil: metodologia construtiva.** Rio de Janeiro: LTC, 1988.

CALLISTER, William D Jr. **Fundamentos da ciência e engenharia de materiais.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC; 2014. 807 p

CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço. **Manual: Ligações em Estrutura Metálicas,** 2017. Acesso em: 30/10/22.

CBCA, Centro Brasileiro da Construção em Aço. **Manual: galpões para usos gerais 2010.** Acesso em: 30/10/22.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Manual Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas.** Rio de Janeiro, 2014.

COELHO, R. de A. **Interface entre perfis estruturais e laminados e sistemas complementares.** 3. ed. São Paulo: Gerdau-Açominas, 2004. 63p. (Coletânea do uso do aço, v. 1).

COELHO, R. de A. **Sistema construtivo integrado em estrutura metálica.** 2003. 157 f.

CONSULSTELL. **Construcción com acero liviano: manual de procedimiento.** Buenos Aires, 2002, 127 p.

CRASTO, R. C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing.** 2005.

DERBY, Abraham III, **A História do aço.** Disponível em <<https://acobrasil.org.br/site/historia-do-aco>> Acesso em: 06 Setembro de 2022.

DIAS, L.A.M. **Estruturas de aço – Conceitos técnicas e linguagem.** 4 ed. São Paulo: Editora Zigurate, 2002. 192p.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais.** 2011.

INABA, Roberto. **Cor e proteção em superfície de aço.** Revista: Construção Metálica Ed. 112 p. 23. Acesso em 02 de Outubro de 2022.

LASKA, W. **Masonry and Steel Detailing Handbook.** USA: The Aberdeen Group, 1993. 218 p.

NASCIMENTO, O. L. do. **Alvenarias.** 2. ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2004. 54 p.



OLIVEIRA, Gustavo Ventura. **Análise comparativa entre o sistema construtivo em Light Steel Framing e o sistema construtivo tradicionalmente empregado no nordeste do Brasil aplicados na construção de casas populares.** 2012.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michele. **Estruturas de aço**, Dimensionamento prático. 8ª Edição – 2009 Acesso em: 30 de Setembro de 2022.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius M. V. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Light Steel Framing.** 2013.

QUEIROZ, Gilson. **Manual Galpões pequenos -1988.** Estruturas de aço I. P. 11 . Acesso em: 27 de Maio de 2022.

REBBELLO, Y.C.P. **A concepção estrutural e a arquitetura.** 5 ed. São Paulo: Editora Zigurate, 2007. 271p.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Steel Framing: Engenharia,** 2006. 127f. Rio de Janeiro: IBS / CBCA. (Série Manual de Construção em Aço).

SABBATINI, F. H. **O processo construtivo de edifícios de alvenaria sílico-calcária.** São Paulo: USP, 1984. 298p.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, C. M. **Steel Framing: arquitetura.** Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. 152p. (Série Manual da Construção Civil)

SILVA, M. G.; SILVA, V. G.; **Painéis de vedação.** São Paulo: CBCA, 2003. 59p. (Manual de Construção em Aço).

VALLE, J. B. S. **Patologia das alvenarias Causa / Diagnóstico / Previsibilidade.** 2008.