

LETÍCIA TOLEDO MORATTI

**COMPARATIVO ENTRE CONSTRUÇÃO EM *LIGHT STEEL*
FRAME E ALVENARIA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL**

LETÍCIA TOLEDO MORATTI

**COMPARATIVO ENTRE CONSTRUÇÃO EM *LIGHT STEEL*
FRAME E ALVENARIA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade Pitágoras
Unidade Paragominas, como requisito
parcial para a obtenção do título de
graduado em Engenharia Civil.

Orientador: Larissa Toyohara

LETÍCIA TOLEDO MORATTI

**COMPARATIVO ENTRE CONSTRUÇÃO EM *LIGHT STEEL FRAME* E
ALVENARIA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade Pitágoras Unidade Paragominas,
como requisito parcial para a obtenção do título
de graduado em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Giliam de Matos Araújo - Especialista

Elenildo Barros da Silva - Especialista

Renata Oliveira Santos - Especialista

Paragominas, 18 de junho de 2021.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus pois reconheço que a conclusão deste curso é mais uma benção que Ele me concede.

Aos meus pais, João Luiz Moratti e Ilva S. Toledo, que sempre sonharam os meus sonhos e nunca mediram esforços para que os mesmos se realizassem.

Ao meu esposo, Lucas A. de Oliveira, pela compreensão em todos os momentos em que foi necessária à minha ausência para a realização e finalização desse curso.

À minha filha, Luíza que é minha motivação diária para correr atrás da realização dos meus sonhos.

À minha equipe de trabalho: Marcos Massucatti, Érika Ponciano e Visânia Lima que estiveram comigo durante todo o curso, sendo mais que colegas, mas amigos de verdade que apoiam e motivam uns aos outros.

E a todos que de alguma forma contribuíram comigo ao longo desses cinco anos.

MORATTI, Leticia Toledo. **Comparativo entre construção em *light steel frame* e alvenaria de vedação convencional**. 2021. 31 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Pitágoras Unidade Paragominas, Paragominas, 2021.

RESUMO

Atualmente as obras de construção civil almejam tecnologias construtivas mais sustentáveis que diminuam os impactos ambientais causados pelas obras, além de aumentar a produtividade e reduzir os custos de operação. Como solução, a presente pesquisa visa compreender os conceitos referentes a construção modular em *Light Steel Frame* em comparativo ao sistema construtivo que utiliza a alvenaria convencional de vedação com blocos cerâmicos e concreto na sua estrutura. O LSF vem tomando lugar nas construções e para tal, é apresentado as etapas construtivas, assim como os materiais que devem ser empregados e as vantagens e desvantagens do método quando relacionado ao sistema tradicional de vedação. Este trabalho possui revisão de literatura baseada em trabalho condizentes ao estudo, aplicação e uso do LSF além de destacar os principais aspectos do sistema convencional de alvenaria de vedação, a fim de seja possível compreender como o Light Steel Frame é um método agregador no que diz respeito a preservação e utilização mais adequada dos recursos naturais.

Palavras-chave: *Light Steel Frame*. Alvenaria Convencional. Sustentável.

MORATTI, Leticia Toledo. **Comparison between light steel frame construction and conventional sealing masonry**. 2021. Número total de folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Pitágoras Unidade Paragominas, Paragominas, 2021.

ABSTRACT

Currently, civil construction works aim at more sustainable construction technologies that reduce the environmental impacts caused by the works, in addition to increasing productivity and reducing operating costs. As a solution, this research aims to understand the concepts related to modular construction in Light Steel Frame in comparison to the construction system that uses conventional masonry with ceramic blocks and concrete in its structure. The LSF has been taking place in the constructions and for that, the construction stages are presented, as well as the materials that must be used and the advantages and disadvantages of the method when related to the traditional sealing system. This work has a literature review based on work consistent with the study, application and use of LSF, in addition to highlighting the main aspects of the conventional masonry sealing system, in order to understand how the Light Steel Frame is an aggregating method in what it says respect to the preservation and more appropriate use of natural resources.

Keywords: Light Steel Frame. Conventional Masonry. Sustainable.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema de um sistema construtivo <i>Light Steel Frame</i>	13
Figura 2 – Fundação do tipo radier em construção LSF	14
Figura 3 – Estrutura de vedação composta por painéis de aço	15
Figura 4 – Residência unifamiliar construída em <i>Light Steel Frame</i>	16
Figura 5 – Alvenaria tradicional em residência familiar	19
Figura 6 – Comportamento conforme a realização das manutenções	21
Figura 7 – Comparativo das vedações em LSF e alvenaria em blocos cerâmicos .	24
Figura 8 – Análise de custo para execução de residência para os sistemas	25
Figura 9 – Comparativo entre o sistema de alvenaria convencional e o LSF.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vida útil mínima a ser estabelecida.....	20
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

LSF Light Steel Frame

NBR Norma Brasileira

ZAR Aço Galvanizado de Alta Resistência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. SISTEMA CONSTRUTIVO <i>LIGHT STEEL FRAME</i>	12
3. ASPECTOS DO SISTEMA CONSTRUTIVO de ALVENARIA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL	18
4. COMPARATIVO ENTRE LSF X ALVENARIA CONVENCIONAL	23
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, o principal sistema construtivo utilizado é a alvenaria convencional na qual se utiliza recursos não renováveis (blocos cerâmicos) juntamente com o concreto, um grande aliado na formação de gases do efeito estufa e responsável por produzir altos índices de rejeitos na construção. Sendo assim, um dos principais desafios da construção civil é reduzir e otimizar o consumo desses recursos através da construção saudável.

Desta forma, pode-se destacar o sistema *Light Steel Frame*, uma técnica ainda pouco conhecida no Brasil que vem tomando força mundialmente. O LFS utiliza perfis de aço leve galvanizados a frio em sua estrutura, possibilitando uma construção eficaz, com rapidez e qualidade.

Com o crescimento das obras no país, é necessário buscar métodos construtivos que acelerem o processo da execução das obras e ao mesmo tempo apresente um produto final inovador com excelência e qualidade. Portanto, esta pesquisa apresenta a comparação entre dois métodos construtivos, que auxiliará no conhecimento sobre estrutura, execução e aplicação do *Light Steel Frame* assim como apresentar os pontos negativos do método convencional mais utilizado na construção civil.

Considerando o ramo da construção civil como um grande consumidor dos recursos naturais, com a implementação da construção em *Light Steel Frame* esse consumo pode ser minimizado quando comparado a construção convencional em alvenaria?

A presente pesquisa bibliográfica visou compreender os conceitos de construção modular em *Light Steel Frame* comparando ao modelo de construção tradicional em alvenaria. Sendo assim, o propósito do trabalho será alcançado por meio dos seguintes objetivos específicos: entender como é feita a construção modular em *Light Steel Frame*; apresentar os principais conceitos referentes ao sistema de alvenaria tradicional; e apresentar o comparativo entre a construção em *Light Steel Frame* e a construção com vedação em alvenaria convencional;

A pesquisa está baseada em uma revisão de literatura e o levantamento de dados ocorrerá através de trabalhos encontrados em pesquisas eletrônicas via internet, como dissertações, monografias e artigos científicos nos últimos 15 anos., partindo de uma pesquisa bibliográfica dos principais autores relacionados ao tema.

2. SISTEMA CONSTRUTIVO *LIGHT STEEL FRAME*

O *Light Steel Frame* (LSF) pode ser definido como um sistema construtivo constituído por perfis formados a frio de aço galvanizado ligados entre si. Esses conjuntos dão forma à edificação e resistem às cargas solicitadas pela mesma, assim como reduzem o tempo de execução e os custos (ROCHA, 2016).

O Steel Frame é um sistema construtivo racional constituído de perfis leves de aço galvanizado, que formam paredes estruturais e não estruturais depois de receber os painéis de fechamento. Por ser um processo industrializado de construção, permite executar a obra com grande rapidez, a seco e sem desperdícios. (TERNI; SANTIAGO; PIANHERI, 2008, p.83)

De acordo com Barros (2017) nesse tipo de sistema construtivo o processo de fabricação do aço é mecânico, seguindo as recomendações da ABNT NBR 12253 (2014), o metal é moldado conforme a temperatura ambiente a partir de bobinas de aço galvanizado de alta resistência (ZAR) com resistência ao escoamento (f_v) superior a 230 Mpa para perfis estruturalmente funcionais.

A utilização imediata desse aço originou-se nos Estados Unidos logo após a Segunda Guerra mundial, onde a economia do país alavancou e conseqüentemente, proporcionou um aumento no consumo da madeira, o principal recurso usado até então. Na tentativa de preservar o meio ambiente, as indústrias madeireiras tiveram que encerrar com o desmatamento, o que ocasionou um alto custo do material e a substituição do mesmo pelo aço (COELHO, 2014).

Com o passar dos tempos, sucedeu-se a normatização de perfis metálicos mais resistentes e leves, assim como novas tecnologias e sistemas de fabricação com maior velocidade e eficiência. Através disso as obras passaram a ter uma maior demanda com essas características industriais (COELHO, 2014).

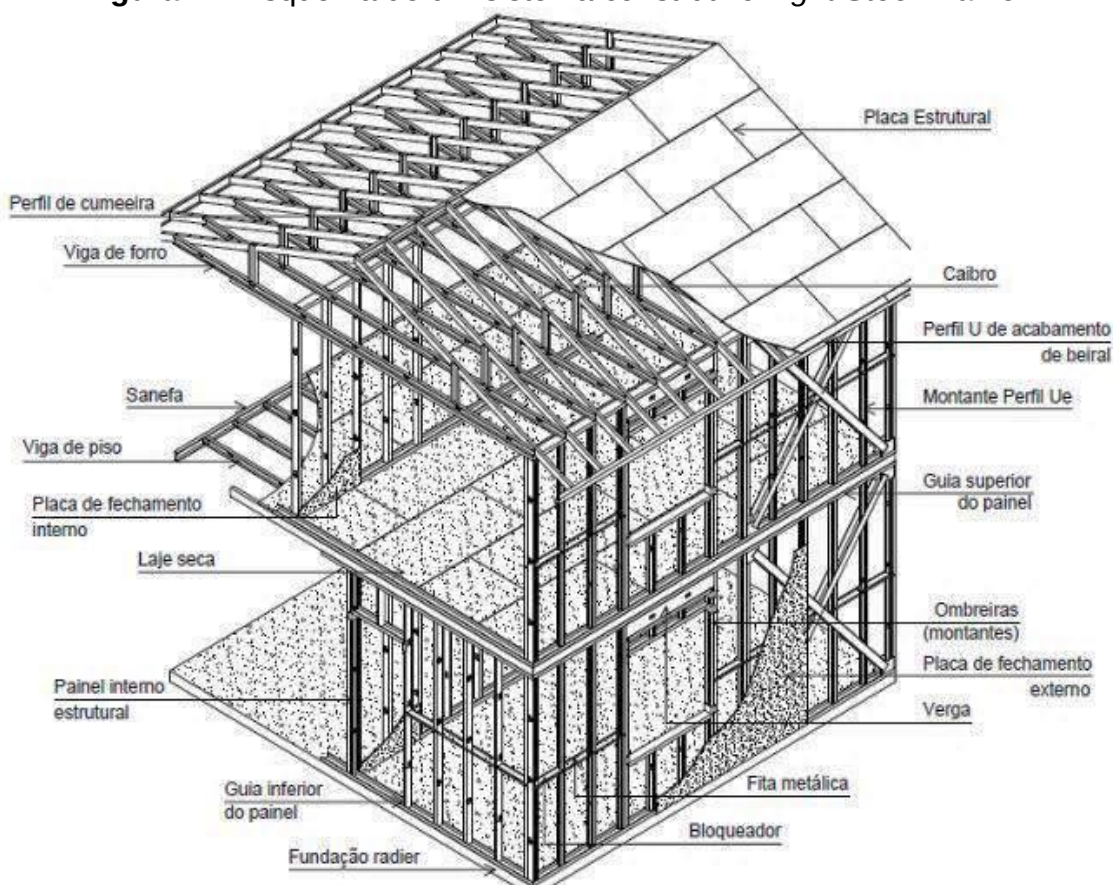
Sendo o processo de fabricação de perfis formados a frio, simples e de fácil efetivação, além de ter capacidade de ser integrar estruturalmente às edificações, tornaram-se comuns à utilização de determinados formatos típicos de perfis. Usualmente são utilizados os perfis de seções do tipo U simples (U) e U enrijecido (Ue ou C) (BARROS, 2017).

De acordo com Rocha (2016), o *Steel Framing* chegou ao Brasil por volta dos anos 90, atendendo inicialmente as edificações residenciais e comerciais de renda

média e alta na região sul do país. O método, também conhecido como construção a seco, é composto por estruturas de aço galvanizado e painéis portantes sendo utilizados em elementos estruturais como, vigas, lajes e tesouras de telhados.

Em sua forma estrutural, o *Light Steel Frame* divide a sua estrutura em diversos elementos estruturais capazes de resistir a carga total aplicada sobre a estrutura de forma parcelada, sendo possível utilizar perfis mais esbeltos e painéis mais leves (RODRIGUES, 2006). Segundo Consul Steel (2002), o sistema LSF é composto por diversos “subsistemas” como visto na **Figura 1**, sendo eles: fundação, estrutural, isolamento termo acústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas.

Figura 1 – Esquema de um sistema construtivo *Light Steel Frame*



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura, 2012.

Segundo Barros (2020), uma característica exclusiva desse sistema é possuir estruturas alinhadas, a *in line framing*, onde as cargas seguem uma ordem contínua, ou seja, a carga que é repassada da cobertura até a fundação deve seguir sem

desvios para transmitir os esforços de maneira precisa, evitando possíveis desmoronamentos.

Geralmente e devido a leve estrutura do sistema LSF, a fundação executada no mesmo é do tipo radier, como pode ser observado na **Figura 2**, onde os painéis de aço são fixados através de chumbadores, sendo esses os responsáveis por garantir a transferência de carga da edificação para a fundação e dessa para o terreno (TECHNE, 2008).

Figura 2 – Fundação do tipo radier em construção LSF.



Fonte: Pereira, 2017.

De acordo Degani (2017), as paredes e a estrutura de uma construção em LSF são geralmente compostas por painéis que cumprem a função de vedação e estrutura, auxiliando na distribuição das cargas ao longo da fundação, o que pode ser observado na **Figura 3**. Estes painéis possuem estruturas verticais a cada 40 cm ou 60 cm, chamadas de modulação ou malha de distribuição. O contraventamento e as placas de fechamento estruturais que garante a estabilidade estrutural dos painéis e, consecutivamente da edificação estrutural.

Figura 3 – Estrutura de vedação composta por painéis de aço.



Fonte: Rocha, 2016.

Esses perfis do sistema *Light Steel Framing* ainda podem ser utilizados na forma construtiva de lajes e coberturas, atuando sempre na transferência de carga contínua, sem interrupção de elementos de transição. As lajes utilizadas nesse método podem ser chamadas de lajes secas ou úmidas, sendo a primeira composta por painéis de madeira (OSB) ou cimentícias e, a segunda composta por formas de aço preenchidas com concreto (ROCHA, 2016).

De acordo com Freitas (2006) antes de realizar o fechamento desse tipo de estrutura é necessário realizar o isolamento da mesma, através de sistemas como isolantes térmicos ou barreira de água e vento, com a finalidade conter infiltrações e passagem do vento, que provoca a penetração e formação da umidade. O material mais ideal para o fechamento das paredes é o gesso acartonado, sendo esse disposto em placas comuns, resistentes a umidade ou resistente ao fogo.

Por fim, esses fechamentos podem receber revestimentos que variam desde determinada função como meio estético. Podem receber revestimentos de alvenaria convencional como, pintura ou cerâmica, e até mesmo pastilhas ou mármore. Além disso, os painéis recebem revestimentos (OMS, placas cimentícias, MDF, gesso acartonado), toda a instalação hidráulica e elétrica e, opcionalmente, um isolamento termoacústico (DEGANI, 2017). A **Figura 4** apresenta uma construção de residência unifamiliar realizada utilizando o sistema modular do *Light Steel Frame*.

Figura 4 – Residência unifamiliar construída em *Light Steel Frame*.



Fonte: Techne, 2008.

Segundo Rocha (2016), para melhor entender o sistema do LSF pode-se considerar o “drywall”, que apesar de não exercer função estrutural e utilizar apenas o sistema de vedações internas nas edificações, o mesmo emprega perfis de aço e placas de fechamento em sua estrutura.

O *Light Steel Framing* pode ser usado na construção de edifícios residenciais e comerciais de pequeno e médio porte, além de amplamente utilizado em sistemas de cobertura podendo ser combinado com sistemas de construção tradicionais, como as unidades moduladores (banheiros ou cozinha, por exemplo), revestimento de fachadas e mezaninos (BARROS, 2017).

As vantagens características do sistema *Light Steel Frame*, de acordo com Souza (2014) podem ser apresentadas através das suas características construtivas como, industrialização de materiais e controle de qualidade, racionalidade e economia, flexibilidade construtiva, durabilidade e desempenho da estrutura, e suas características de desempenho: segurança, otimização dos recursos naturais e desempenho na construção.

As desvantagens são principalmente em relação ao desconhecimento do público sobre o sistema, déficit de mão de obra qualificada, falta de conhecimento técnico e limitação de construção em até oito pavimentos (RAMOS, 2015).

3. ASPECTOS DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO CONVENCIONAL

A alvenaria tradicional conhecida através de blocos cerâmicos e concreto armado destaca-se pelos conceitos de racionalização, organização e simplicidade. Foi utilizada como método de construção dos primeiros lotes de estruturas realizadas e ainda segue como método alternativo para a construção de vários tipos de obras. Através de normas e pesquisas específicas esse método construtivo desenvolve tecnologias e materiais que melhoram a sua qualidade e custo-benefício (MASO, 2017).

De acordo com Tauil e Nesse (2010) um sistema formado por peças sobrepostas através de argamassa que têm como finalidade configurar uma estrutura coesa, é denominado de alvenaria. Este por sua vez, deve ser capaz de resistir aos esforços solicitados pela estrutura através da relação e características dos seus componentes.

Atualmente no Brasil, o sistema construtivo de alvenaria convencional é o mais usado na construção de casa e edifícios devido à utilização de materiais mais simples, como cimento, blocos para vedação e aço, apesar de ainda ser um método com baixa produção e gastos elevados (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Conforme Vasques (2014), o sistema construtivo de alvenaria convencional é composto por pilares, vigas e lajes de concreto armado, sendo a vedação dos vãos feita com tijolos cerâmicos. A carga da construção é distribuída entre fundações, pilares, vigas e lajes. Após a construção desses elementos é necessário embutir as instalações elétricas e hidráulicas e, por fim iniciar as etapas de revestimento e pintura. A **Figura 5** apresenta basicamente a composição desse método construtivo.

Figura 5 – Alvenaria tradicional em residência familiar.



Fonte: Ramalho; Corrêa, 2003.

De acordo com Tauil e Nesse (2010), a alvenaria é formada por peças unidas por argamassa compondo assim uma estrutura coesa que deve resistir aos esforços aplicados por seu próprio e/ou cargas estáticas. Esse sistema construtivo pode desempenhar função de vedação assim como a própria vedação pode funcionar como estrutura da edificação.

Klein e Maronezi (2013, p.22) mencionam que “a elevada durabilidade, boa resistência aos choques, vibrações e altas temperaturas e a facilidade de obtenção de materiais nas proximidades das obras como as principais vantagens de uma edificação em concreto armado em relação a outros sistemas construtivos”.

Nesse sistema construtivo é aplicada uma variedade de componentes e processos que constituem o mesmo, como o concreto uma mistura homogênea composta de cimento, água, agregado miúdo e agregado graúdo. Outro exemplo englobado no sistema de alvenaria tradicional é a vedação, constituída de tijolos, argamassas e revestimento (CASSAR, 2018).

Ainda segundo Cassar (2018), em etapas o sistema construtivo de alvenaria tradicional é constituído através da fundação, estrutura em concreto armado,

revestimentos de argamassa, forro, pinturas, esquadrias, cobertura, revestimentos cerâmicos e instalações elétricas e hidrosanitárias.

As paredes compostas por alvenaria tradicional devem cumprir com os requisitos pertencentes à utilização da estrutura, como sua estabilidade e resistência estrutural a solicitação de cargas atuantes no sistema, além de manter a estrutura ausente de manifestações patológicas como fissuras e deslocamentos e falhas nos sistemas de vedação (CBIC, 2013).

De acordo com a NBR 15.575 (ABNT, 2013) os sistemas de vedação desse método devem apresentar vida útil maior ou igual à definida pela norma, valores esses que podem ser vistos na **Tabela 1**. A vida útil da alvenaria de vedação depende do tempo que a estrutura executa as funções que foram lhe atribuídas ainda em projeto conforme o passar dos anos. No que diz respeito a durabilidade da vida útil, a estrutura é influenciada de modo direto pelas manutenções que ocorrem ou não na mesma (BORGES, 2009).

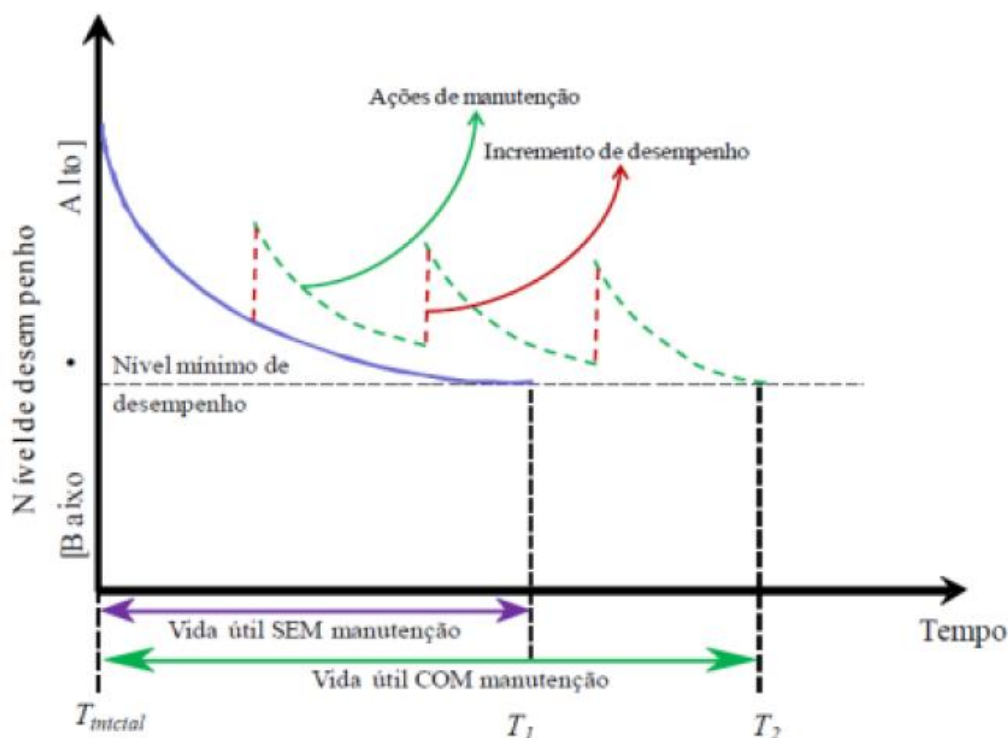
Tabela 1 – Vida útil mínima a ser estabelecida.

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥13
Vedação vertical externa	≥40
Vedação vertical interna	≥20
Cobertura	≥20
Hidrossanitário	≥20

Fonte: ABNT, 2013.

Segundo Possan e Demoliner (2015), quando realizadas as manutenções de acordo com os prazos definidos a um aumento relativo da vida útil do sistema, o que pode ser observado na **Figura 6**, no que está relacionado à influência dos efeitos da manutenção sobre a durabilidade da edificação e o aumento de sua vida útil de projeto.

Figura 6 – Comportamento conforme a realização das manutenções.



Fonte: POSSAN; DEMOLINER, 2015.

Os sistemas convencionais de alvenaria são executados de forma lenta e precisam de uma maior quantidade de mão de obra para ser produzido, tal método apresenta grande desperdício do material utilizado, dificuldade de fiscalização e controle da qualidade dos serviços, assim como a falta da padronização na execução do serviço devido à necessidade de um bom planejamento (SANTIAGO, 2010).

Apesar das suas desvantagens o sistema convencional apresenta uma grande variedade de funções em um só elemento estrutural, além de apresentar facilidades de leitura e execução dos projetos e detalhamentos. É normalmente mais econômica que as edificações de aço, por não necessitarem de grandes quantidades de aço e apresentarem menores espessuras nos revestimentos (KATO, 2002).

Ainda de acordo com Kato (2002), a facilidade de implementação da coordenação do sistema modular em alvenaria convencional é uma das principais características que tornam esse sistema mais utilizado e favorável a implantação de medidas racionais.

A alvenaria convencional destaca-se no Brasil pela facilidade de alteração nas , vãos e até mesmo na arquitetura da edificação caso o usuário deseje, mesmo após o término de execução da obra, exceto nas situações que a alvenaria apresente função estrutural (POSSAN; DEMOLINER, 2015).

De acordo com Cassar (2018), além das alvenarias convencionais de vedação, podem ser vistas as alvenarias estruturais que além das paredes atuarem como divisórias podem atuar na transferência das cargas verticais e ações externas para as fundações do terreno, e por isso não podem ser modificadas sem um respaldo técnico.

4. COMPARATIVO ENTRE LSF X ALVENARIA CONVENCIONAL

Em geral o método construtivo LSF é mais vantajoso quando se trata de desempenho, qualidade, impacto ambiental (consumo de água e geração de resíduos), manutenibilidade, produtividade e prazo, todavia nos aspectos relacionados a durabilidade, custo e disponibilidade de mão de obra qualificada a alvenaria convencional leva vantagem (CASSAR, 2018).

Um dos principais pontos de destaque referem-se ao fato que a fabricação do Steel Frame possibilita a construção uma variedade de serviços, sem a necessidade que seja interrompida as demais atividades caso ocorra chuvas, por exemplo. O resultado dessa característica resulta na redução de cerca de 30% dos prazos construtivos quando comparada ao método convencional (PEDROSO et al., 2017).

De acordo com a pesquisa de Hass e Martins (2011), a estrutura de aço leve (LSF) é aberta e permite a utilização alguns materiais. Por causa de sua flexibilidade, não ira determinar grandes restrições ao projeto, nem racionalizar e aperfeiçoar o uso de recursos e o gerenciamento de perdas. Além de durável e reciclável, também é possível controlar os gastos na fase de projeto.

Uma edificação de 100m² quando construída através do método *Steel Frame* pode chegar a ser finalizada em 30 dias, uma comparação de redução de tempo ao método tradicional, que poderia demorar em torno de 60 a 90 dias, possibilitando ao proprietário ou empreendedor um retorno mais eficaz e consequentemente produzindo menos custos (CASSAR, 2018).

De acordo com Pedroso et al. (2017), a sua leveza é uma vantagem pois com o peso reduzido da estrutura o aço é uniformemente distribuído nas paredes, atribuindo um conforto estrutural as fundações, garantindo uma maior segurança a obra. Além disso, não permitir que incêndios se alastrem e as suas características naturais o impedem de ataques por cupins.

Segundo Firmino (2019), o *Light Steel Frame* destaca-se, quando comparado a alvenaria convencional, por ser um método de execução mais eficiente, apresentar melhor desempenho e maiores benefícios principalmente ao meio ambiente, visto que o LSF não utiliza água na sua etapa construtiva (exceto na fundação) e produz menos resíduos de construção.

Para Petersen (2012) o sistema convencional e o sistema LSF basicamente se diferem em relação a custos das operações de execução das fundações do sistema, além da distribuição das cargas a mesma, sendo que o primeiro sistema transmite as cargas de forma pontual e o segundo distribui as cargas de forma linear. A **Figura 7** apresenta na prática a comparação da estrutura dos sistemas citados.

Figura 7 - Comparativo das vedações em LSF e alvenaria em blocos cerâmicos.



Fonte: Petersen, 2012.

Além disso, o LSF apresenta a utilização de materiais e produtos mais ecologicamente corretos, sendo o aço um grande exemplo desse conceito, visto que o mesmo é parte essencial e integrante do sistema e é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo (PETERSEN, 2012).

Para Cassar (2018), as estruturas em concreto armado tem a sua qualidade baseada em fatores inconstantes como, mão-de-obra, temperatura, umidade do ar, matéria prima, entre outros fatores. Quando se analisa a qualidade das estruturas em aço galvanizado, é visto menos fatores externos influenciam a qualidade do mesmo pois essas estruturas obedecem rigorosos sistemas de qualidade.

Outra análise que pode ser exemplificada é a respeito do desempenho acústico e térmica obtido pelos sistemas em LSF, que combinam produtos de isolamento e revestimento entre as vedações, podendo ser utilizado em vidro, rocha ou poliéster, alcançando um desempenho três vezes superior ao sistema tradicional que permite a passagem de calor entre as alvenarias (PEDROSO et al, 2017).

Ainda em conformidade com Pedroso et al. (2017), devido ao aço ser um material que se reaproveita inúmeras vezes sem perder as qualidades e resistência do material, gera a obra índices baixos de resíduos sólidos e proporciona processos de sustentabilidade ao canteiro, como por exemplo, a reciclagem.

O sistema tradicional de alvenaria convencional ainda apresenta desvantagens no que diz respeito ao tempo de execução e manutenção nas edificações, justificado pelo fato que a manutenção de reparos ocultos é difícil, além de ser necessário quebrar a alvenaria para resolver a situação e ainda assim, sem garantias de um acabamento adequado (PETERSEN, 2012).

Em um estudo apresentado por Petersen (2012), o sistema tradicional resultou em custo 17% mais elevado que o sistema Light Steel Framing, além de apresentar tempo de execução de dois meses enquanto o outro sistema citado apresentou para o mesmo m² o tempo executável de cinco meses.

Ainda em relação ao custo comparativo entre os sistemas supracitados, Prudêncio (2013) apresentou um levantamento orçamentário no qual é possível comparar resultados dos valores para a execução de uma residência de aproximadamente 100 m², o que pode ser observado na **Figura 8**.

Figura 8 – Análise de custo para execução de residência para os sistemas.

Etapa	Serviço	Residência em Alvenaria	Residência em Light Steel Framing
		Custo (R\$)	Custo (R\$)
1	Serviços Preliminares	3.849,81	3.909,00
2	Infraestrutura	15.081,14	13.806,72
3	Superestrutura e Fechamento	25.941,02	43.612,28
4	Esquadrias	9.185,35	9.044,88
5	Cobertura	13.243,27	21.321,29
6	Instalações Hidrossanitárias	9.003,94	8.821,55
7	Instalações Elétricas	6.029,76	5.805,06
8	Impermeabilização	2.583,87	11.815,29
9	Revestimento	13.988,04	4.310,80
10	Pisos	13.042,78	14.602,14
11	Pintura	10.488,83	10.082,78
12	Serviços Complementares	3.421,75	3.421,75
	Total	125.859,11	150.553,57

Fonte: Prudêncio, 2013.

Entre os métodos construtivos comparados é visível a diferença entre ambos, como visto na **Figura 9**, seja nas questões de custos e prazos como na técnica de execução. Apesar da alvenaria convencional ser superior na questão de custos, os seus demais aspectos ainda relevam uma margem de 80% de desvantagem em relação ao *Light Steel Frame*, visto que este apresenta um sistema mais eficiente, leve, rápido e sustentável (FRASSON; BITENCOURT, 2017).

Figura 9 – Comparativo entre o sistema de alvenaria convencional e o LSF.

SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL	SISTEMA LIGHT STEEL FRAME
Utiliza produtos que degradam o meio ambiente: areia, brita, tijolo, etc.	É um sistema ecologicamente correto. O aço, por exemplo, parte integrante do sistema em LSF, é um dos produtos mais reciclados em todo o mundo.
Estrutura em concreto armado, da qual sua qualidade é determinada por fatores inconstantes como mão de obra, temperatura, umidade do ar, matéria prima, etc.	Estrutura em aço galvanizado, produto com certificação internacional e que obedece aos mais rigorosos controles de qualidade.
Difícil execução das instalações elétricas e hidráulicas, com quebra de paredes, gerando desperdício de materiais e retrabalho.	Fácil execução das instalações elétricas e hidráulicas, sem desperdício de materiais e sem retrabalho.
Apresenta um canteiro de obras sujo ou grande dificuldade para a manutenção de limpeza.	Canteiro de obras limpo e organizado.
O isolamento térmico e acústico é mínimo, pois permite facilmente a passagem de calor pelas paredes além de um alto custo de manutenção de temperatura.	O isolamento térmico e acústico é máximo, isso em função dos isolamentos utilizados entre os painéis das paredes, além de apresentar um custo mínimo ou inexistente de manutenção de temperatura.
Cronograma de obra longo e impreciso.	Prazo de execução até 1/3 menor ao convencional e com maior precisão.
Grande utilização de água no processo construtivo.	Utilização mínima de água no processo construtivo, somente para a execução da fundações.
Manutenção para reparos de defeitos ocultos, exigindo quebras de paredes, não garantindo um acabamento final perfeito.	Manutenção simples de defeitos ocultos, através de <i>shafts</i> localizados em pontos estratégicos.
Ampliações e reformas demoradas, garantindo na maioria dos casos transtornos, com desperdícios de materiais.	Ampliações e reformas rápidas e limpas, inclusive com a possibilidade de reaproveitamento da maioria dos materiais.
Não é resistente a terremotos e ventos fortes podendo ser usado apenas em áreas isentas destes riscos naturais.	Apresenta elevada resistência contra terremotos e ventos fortes.
Fácil aparecimento de patologias.	Difícil aparecimento de patologias.

Fonte: Dogonski, 2016.

No entanto, o método construtivo de alvenaria convencional de blocos cerâmicos ainda é a alternativa mais procurada por ser economicamente mais viável

ao consumidor. Frasson e Bitencourt (2017) afirmam em relação aos custos que, para a execução de uma residência com 55 m², por exemplo, o sistema LSF apresenta em relação ao sistema de alvenaria convencional um custo 5% superior, o que pode ser explicado pelo fato que o *Light Steel Frame* ainda é um sistema pouco conhecido no Brasil além de necessitar de uma mão de obra técnica especializada.

Apesar das grandes vantagens sobre o sistema de tijolos cerâmicos, o LSF por ser uma obra leve não suporta grandes elevações das estruturas, não podendo ultrapassar mais de cinco pavimentos na edificação. Outro ponto ocorre devido ao material interno utilizado, caso seja um material frágil as vedações e estrutura podem ser atingidas e danificadas ao serem submetidas a uma sobrecarga (PEDROSO et al., 2017).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por tudo apresentado, pode-se concluir que dentre os métodos apresentados o *Light Steel Frame* apresenta-se como um sistema de menor custo ao longo da execução e com maior índice de produtividade. Apesar de ainda ser um método de construção pouco conhecido, quando comparado ao outro método supracitado na pesquisa, nota-se sua importância para o mercado o que pode alavancar seu avanço no ramo da construção civil.

O sistema LSF, por ser um método de execução mais prático é importante que suas etapas construtivas sejam seguidas conforme os estudos apontados e devem ser utilizados como benefício ao usuário e ao meio ambiente, caso o construtor não opte pela alvenaria convencional é importante analisar as vantagens e desvantagens para a escolha ideal do método construtivo a ser executado.

Conforme exposto, sugere-se para trabalhos futuros realizar planejamento e projeto de edificação que realize um comparativo e seja capaz de demonstrar detalhadamente o desempenho em utilizar o sistema LSF, assim como o custo do sistema e a produtividade, quando em prática com o sistema em alvenaria convencional de vedação.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR x: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- AZEVEDO, H. A. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blücher, 1997.125p.
- BARROS, Letícia Gabriela Silva. **Light Steel Framing: a industrialização da construção civil no Brasil**. ConstruçãoCivilPet. 2020.
- BARROS, Victor Vieira Belafonte Barros. **Estruturas em Light Steel Framing: Projeto e dimensionamento em softwares 3D**. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, 2017.
- BRASIL, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.
- BORGES, Alberto de Campos. **Prática das pequenas construções**. Volume I. São Paulo, 2009.
- CASSAR, B. C. **Análise comparativa de sistemas construtivos para empreendimentos habitacionais: Alvenaria convencional x Light Steel Frame**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.
- CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de Edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2003.
- COELHO, André Santos Ribeiro. **Light Steel Frame – Recomendações de projeto, processo construtivo e detalhes orçamentários**. Trabalho de conclusão de curso – Faculdade de Engenharia Civil do Centro Universitário de Brasília. Brasília, 2014.
- DEGANI, J. **Construção Modular Em Light Steel Frame: Comparativo Com Construção Em Alvenaria Convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2017.
- DOMARASCKI, C. S.; FAGIANI, L. S. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos: Steel Frame, Concreto PVC e Sistema Convencional**. 75f. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário da Fundação Educacional Retos. Barretos, 2009.
- FIRMINO, A. K. S. **Análise comparativa orçamentária dos sistemas construtivos alvenaria convencional, alvenaria estrutural e Light Steel Frame**. Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário CESMAC. Maceió, 2019.

FRASSON, K. C. BITENCOURT, M. **Análise Comparativa Dos Sistemas Construtivos Alvenaria Convencional E Light Steel Frame: Um Estudo De Caso Em Residência Unifamiliar.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão, 2017.

KATO, Ricardo Bentes. **Comparação entre o sistema construtivo convencional e o sistema construtivo em alvenaria estrutural segundo a teoria da construção enxuta.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

KLEIN, B. G. MARONEZI, V. **Comparativo orçamentário dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e light steel frame para construção de conjuntos habitacionais.** 2013. 141 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Pato Branco, 2013.

MASO, Julio Berton. **Análise comparativa entre o sistema construtivo light steel framing e alvenaria estrutural.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2017.

PEDROSO, Sharon Passini. *et al.* **Steel Frame na Construção Civil.** 12º Encontro Científico Cultural Interinstitucional – ECCI. ISSN 1980-7406. 2014.

PEREIRA, C. R. F. P. **Light Steel Framing: Sistema Construtivo Inovador.** Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia civil) – Faculdade Pitágoras Guarapari. Espírito Santo, 2017.

POSSAN, E. DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das Edificações: Abordagem Geral.** Florianópolis, 2015.

PRUDÊNCIO, Marcus Vinícius Martins Vargas. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Light Steel Framing.** Trabalho de Conclusão de curso em Engenharia Civil. Campo Mourão, 2013.

RAMALHO, Márcio A.; CORRÊA, Marcio R. S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural.** São Paulo, 2003.

RAMOS, Renata. **Sem um único tijolo.** Revista Casa e Cia. 2015.

RIBEIRO, Vitor. CARVALHO, Laísa. **VANTAGENS EM ADOTAR O LIGHT STEEL FRAME: Comparativo entre o método construtivo Light Steel Frame e o método convencional de alvenaria.** Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/644>>. Acesso em: Outubro, 2020.

ROCHA, Pabliny Paiva da. **Steel Frame: Tecnologia na construção civil.** Revista Científica FacMais, Volume VIII, nº1. Goiás, 2016.

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

SALOMÃO, Pedro. *et al.* **Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e light steel framing: um estudo de caso em residência unifamiliar em Teófilo Otoni, MG.** Res., Soc. Dev. 2019.

SANTIAGO A. K.; RODRIGUES M. N.; OLIVEIRA M. S. De. **Light Steel Framing Como Alternativa Para A Construção De Moradias Populares.** Construmetal – Congresso Latino-Americano Da Construção Metálica. São Paulo, 2010.

SOUZA, Eduardo Luciano de. **Construção Civil e tecnologia: Estudo do Sistema construtivo Light Steel Framing.** Construção Civil. Belo Horizonte, 2014.

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural:** Metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, normas e ensaios. São Paulo: Pini, 2010.

TECHNE, Pini. **Steel Frame – fundações (parte 1)**, edição 135. 2008.

TERNI, A. W.; SANTIAGO, A. K.; PIANHERI, J. **Como construir steel framing:** estrutura. Revista Techné, 137. ed., v. 16. 2008.

VASQUES, C. C. P. C. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e Wood Frame em residências unifamiliares.** 2014