CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO
PATROCÍNIO
Graduação em Engenharia Civil

ÍTALO FERNANDO BARBOSA NUNES

COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE O LIGTH STEEL FRAMING E MÉTODOS CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS

PATROCÍNIO - MG
2019

ÍTALO FERNANDO BARBOSA NUNES

COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE O LIGTH STEEL FRAMING E MÉTODOS CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia Civil, pelo Centro Universitário do Cerrado Patrocínio.

Orientador: Dr. Luciano da Rocha Magalhães

UNICERP
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO CERRADO

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 4 dias do mês de julho de 2019, às 20:00 horas, em sessão pública na sala 701-05 deste Campus Universitário, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Professor Dr. Luciano da Rocha Magalhães e composta pelos examinadores:

1. Prof. Fabiano Elias Reis Abrahão
2. Prof. Wagner Márcio Bernardes,

o aluno Ítalo Fernando Barbosa Nunes apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Comparação de desempenho entre o Light Steel Framing e métodos construtivos tradicionais como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Engenharia Civil. Após reunião em sessão reservada, os professores decidiram da seguinte forma: O Avaliador 01 decidiu pela aprovação e o Avaliador 02 decidiu pela aprovação, sendo resultado final da Banca Examinadora, a decisão final pela aprovação do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente à aluna e demais presentes e eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores e pela aluna.

Prof. Dr. Luciano da Rocha Magalhães
Presidente da Banca Examinadora

Prof. Fabiano Elias Reis Abrahão
Examinador 01

Prof. Wagner Márcio Bernardes
Examinador 02

Ítalo Fernando Barbosa Nunes
Aluno

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me dar força nos momentos mais difíceis e sempre me acolher em seu colo.

Ao meu orientador Luciano da Rocha Magalhães, por toda sua dedicação e empenho em me ajudar com este trabalho, me passando seus conhecimentos e sendo o ponto inicial de tudo, me passando ideias de um dos seus artigos. Sou imensamente grato a você por seu apoio e tempo dedicado para orientar este trabalho.

A toda minha família, em especial aos meus pais, por terem me dado apoio e condição de concluir esta graduação.

Aos meus amigos dessa jornada, Dilmar Bispo e Altieres Mateus, meu muito obrigado por todo apoio e por cada conselho dado durante essa jornada.

As empresas, trabalhadores, engenheiros civis e professores meu muito obrigado por terem me passando um pouco de conhecimento e situação que vocês convivem no seu dia a dia.

Agradeço a todos envolvidos de forma direta ou indireta na realização deste trabalho, obrigado por ajudarem neste processo de aprendizagem e realizações.

“É verdadeiramente velho o homem que para de aprender, quer tenha 20 ou 80 anos”.

Henry Ford

NUNES, I.F.B. Comparação de desempenho entre Ligth Steel Framing e métodos construtivos tradicionais. Monografia. Centro Universitário do Cerrado – Patrocínio. 2019.

RESUMO

Introdução: É muito importante estudar a viabilidade de um novo método construtivo como o LSF na região de Patrocínio pois, apesar de ser um método incomum e ainda visto com rejeição por alguns profissionais, ele pode trazer muitos benefícios. É importante estudar sobre os custos, disponibilidade de matéria prima, tempo de execução e mão de obra necessária para se obter uma relação de custo-benefício, e poder comparar com os outros métodos existentes. **Objetivo:** Fazer uma comparação de desempenho entre diferentes tipos de métodos construtivos. **Materiais e Métodos:** O presente trabalho se desenvolveu a partir da coleta de informações de diversas obras, utilizando indicadores quantitativos e qualitativos para avalia-las. **Resultados:** Pode-se notar por meio dos gráficos de comparação, um custo relativamente mais baixo da Alvenaria Convencional e da estrutura metálica, um tempo menor de construção do LSF e das estruturas metálicas, e a preferência de uso dos profissionais pela alvenaria convencional. **Conclusão:** Com base nas avaliações feitas sobre cada sistema construtivo pode-se notar que a alvenaria convencional e a estrutura metálica dominam o mercado, mas há grande perspectiva de aumento no uso do Steel Framing e, consequentemente, uma redução no seu custo.

Palavras-chave: Comparação de desempenho; Ligth Steel Framing

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10
2. OBJETIVOS 12
2.1 OBJETIVO GERAL 12
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
3. REVISÃO DE LITERATURA 13
3.1 ALVENARIA CONVENCIONAL 13
3.2 ESTRUTURAS METÁLICAS 14
3.3 LIGHT STEEL FRAMING 15
4. DESENVOLVIMENTO **18**
4.1 INTRODUÇÃO 20
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS 22
4.2.1 Indicadores de desempenho 21
4.2.2 Obras analizadas 22
4.2.3 Questionários 22
4.3 RESULTADOS E DICUSSÕES 22
4.3.1 Avaliação quantitativa dos indicadores de desempenho 23
4.3.2 Avaliação qualitativa das técnicas construtivas 31
4.4 CONCLUSÃO 33
4.5 REFERÊNCIAS 33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 36
6. REFERÊNCIAS 36
7. ANEXOS 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Funcionamento do Light Steel Framing 12
Figura 2: Construção de casa em Alvenaria Convencional 14
Figura 3: Construção de Galpão em estrutura metálica 15
Figura 4: Construção de casa em LSF.....16
Figura 5: Custo de fundação por metro quadrado.....24
Figura 6: Custo médio de fundação por metro quadrado.....25
Figura 7: Custo de superestrutura por metro quadrado.....26
Figura 8: Custo médio de superestrutura por metro quadrado.....27
Figura 9: Custo da cobertura por metro quadrado.....28
Figura 10: Custo médio da cobertura por metro quadrado.....28
Figura 11: Custo geral por metro quadrado.....29
Figura 12: Custo médio geral por metro quadrado.....30
Figura 13: Metros quadrados em um mês.....31
Figura 14: Media metros quadrados em um mês.....31
Figura 15: Media metros quadrados em um mês.....32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de obras analisadas no trabalho.....23

1. INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil (ICC) sempre teve um papel importante no desenvolvimento da sociedade e na economia brasileira. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a participação da Construção Civil no valor adicionado bruto do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro foi de 5,2 % no ano de 2018. Apesar da ICC ter amargado perdas econômicas nos últimos anos de crise, chegando a um recuo de 5% do PIB em 2017, dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP) em parceria com a fundação Getúlio Vargas (FGV) indicam que o PIB da Construção deve subir 2,0% em 2019 revertendo série de quedas desde 2014. A ICC também é umas das principais áreas geradoras de empregos no Brasil, registrando mais de 8,6 milhões de trabalhadores, cerca de 8,5% da população ocupada brasileira.

O IBGE registrou, em maio de 2019, um aumento de 2,0% no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) ficando em R$1130,67 por metro quadrado em abril de 2019, onde 48% desse valor é referente a mão de obra. Portanto é necessário buscar novos métodos de construção, mais industrializados visando economia de matéria prima, mão de obra e, principalmente, tempo de execução.

Uma casa ideal deve ser confortável, segura, resistente a desastres, durável e também sustentável (POWELL, TILOTTA e MARTINSON, 2008). No entanto, embora nas últimas décadas a construção civil tenha evoluído, no Brasil ainda se utiliza o método de construção usado desde o descobrimento do país.

O método construtivo mais utilizado hoje é a construção em alvenaria convencional. Segundo Azevedo (1997), alvenaria convencional são edificações construídas com fundação, pilares, vigas e lajes em concreto armado, que são moldados com uso de formas de madeira, e os fechamentos são feitos com blocos cerâmicos e argamassa. É um método que exige muito tempo e tem alto custo (BERNARDES et al. 2012).

Outra forma de construção é utilizando madeira, também conhecido como *Wood Frame*, um sistema construtivo que alia resistência, rapidez e com um diferencial competitivo

técnico e comprometido com meio ambiente (MOLINA, CALIL, 2010). Segundo Molina (2010), a construção com madeira é ideal para casas até cinco pavimentos, pois é um sistema leve, utilizando perfis de madeira tratada, permitindo rapidez de montagem e controle dos custos desde o projeto. É um método muito comum nos Estados Unidos (EUA), devido ao grau de industrialização, gerando rentabilidade e diminuição no tempo de construção (SACCO e STAMATO, 2010).

Um outro método utilizado é a Estrutura Metálica, uma vez que o uso do aço vai muito além do uso em concreto armado, podendo substituí-lo em uma edificação. A construção civil consome cerca de 37% da produção de aço no Brasil, de acordo com o Centro Brasileiro de Construção com Aço (CBCA). Nos EUA, a construção em aço representa 50% das construções multiandares para comércio, enquanto no Brasil apenas 15% das edificações são construídas com esse método.

A construção em aço tem a vantagem da redução do tempo de construção, racionalização da matéria prima e alta produtividade, mas em contrapartida, o aço tem um custo elevado em relação ao concreto. Por ser mais leve, reduz o custo das fundações, o canteiro de obra é mais organizado e o aço é 100% reciclável (OLIVEIRA, MIRA, 2006).

Também utilizando aço, outro método que vem sendo usado no Brasil é o *Light Steel Framing* (LSF, popularmente traduzido como Estrutura de aço leve). Apesar de ainda pouco conhecido, o LSF vem ganhando espaço devido às suas vantagens em relação a outros métodos e à sua popularização em países como EUA, Austrália e Japão. Segundo Batista (2011), o LSF é um sistema altamente industrializado, que possibilita racionamento de matéria prima, eficiência e rapidez na execução de uma obra.

No LSF, são utilizados perfis leves de aço galvanizado ou zincado, geralmente tipo ZAR 250 com espessura entre 0,8 e 3 mm, formando painéis estruturais, geralmente montados em um local especifico e levados prontos para montagem no local da obra.

A alvenaria é substituída por chapas de fechamento, na parte externa geralmente é usado o OSB (*Oriented Strand Board*), que se trata de lascas de madeira orientadas em várias direções, e depois prensadas formando uma placa, garantindo resistência, impermeabilidade e ótimo acabamento para os fechamentos, sobre o OBS são aplicadas

uma membrana hidrófuga e chapas cimentícias (feitas de cimento, fibra e agregados). Na parte interna, além das placas de OSB e membrana hidrófuga, pode ser colocado placas de gesso acartonado, ou cimentícias, e posteriormente receber outros acabamentos como pintura ou cerâmica.

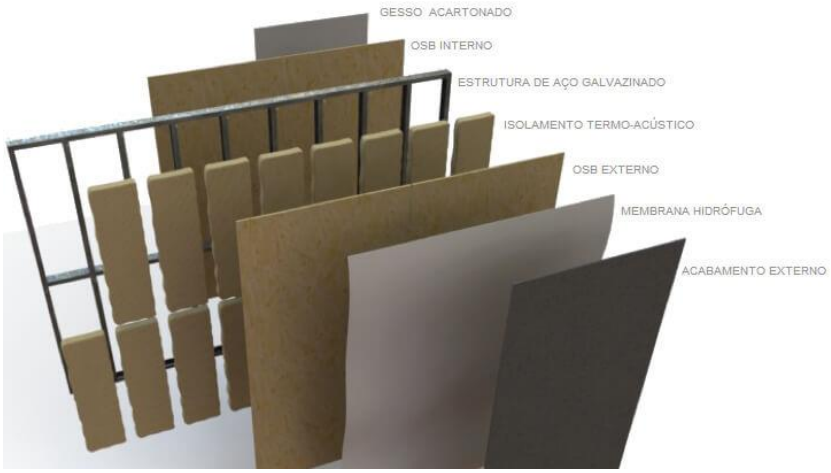

Figura 1: *Funcionamento do Light Steel Framing*
Fonte: *https://carvalhofranco.com.br*

De acordo com a CBCA, em 2016 foram produzidas 12,7 mil toneladas de perfis galvanizados para LSF, tendo a indústria fechado 2017 em ritmo lento, mas com perspectiva de crescimento de 1,3% nos próximos anos.

Portanto, considerando o cenário da ICC e os diferentes métodos construtivos disponíveis ao engenheiro, o objetivo deste trabalho foi estudar, comparar e discutir as características e peculiaridades dos principais métodos empregados no brasil, com um olhar especial para a viabilidade do Light Steel Framing.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Fazer uma comparação de desempenho entre diferentes tipos de métodos construtivos: light steel framing, alvenaria convencional e estrutura metálica.

2.2. Objetivos Específicos

- Comparar o custo de cada etapa entre os métodos construtivos
- Comparar o custo final entre os métodos construtivos;
- Comparar o tempo de obra entre os métodos construtivos;
- Comparar os problemas mais comuns encontrados na execução das obras de cada método.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Alvenaria convencional

A alvenaria convencional vem sendo amplamente utilizada na construção civil brasileira, ela é considerada uma técnica tradicional, usada pelo homem desde a antiguidade, sendo o principal elemento a rocha. A maneira simples de se colocar uma pedra sobre outra, permitiu a sobrevivência do homem durante milhares de anos, que ao longo do tempo foi aperfeiçoando os materiais e as tecnologias usadas (VASQUEZ; PIZZO, 2014).

Aproximadamente na metade do século XIX, para que fosse possível a construção de grandes edifícios, foi necessário unir a resistência a compressão e durabilidade da pedra, com a resistência a tração do aço (BASTOS, 2006).

Atualmente o sistema de alvenaria convencional é formado por vigas, pilares e lajes de concreto, e para vedação são usados blocos cerâmicos. As cargas da construção são distribuídas nas vigas, pilares e fundações, fazendo assim as paredes atuarem apenas como fechamento, sem função estrutural.

Figura 2: *Construção de casa em Alvenaria Convencional*
Fonte: *http://www.forumdaconstrucao.com.br*

O método em alvenaria convencional é realizado no canteiro de obras, muitas vezes sem seguir padrões ou normas obrigatórias, com uma margem alta de erros, pode ser considerada como artesanal. (DALL MOLIN, 2017).

De acordo com Condeixa (2013), a margem alta de erros, como de cálculo no traço ou no prumo, gera muitas patologias e desperdícios na construção.

Sendo o sistema mais popular no Brasil, a alvenaria de bloco cerâmico, e levando em conta o déficit habitacional, a grande desvantagem desse sistema é o seu tempo de execução. E o peso da estrutura convencional é bem mais elevado que de outros métodos (SOUZA, 2013).

3.2 Estruturas Metálicas

A utilização de estruturas metálicas no século XVIII foi um grande passo para o desenvolvimento dos métodos construtivos que revolucionou a engenharia civil.

Conforme Bellei, Pinho e Pinho (2008), o Palácio de Cristal construído em Londres foi o primeiro edifício construído em 1851 com estrutura metálica. Devido às vantagens do aço

como maior resistência, menor peso da estrutura, conseguir suportar maiores vãos, esse sistema foi se tornando cada vez mais utilizado.

Figura 3: *Construção de Galpão em estrutura metálica*
Fonte: *http://www.galvaminas.com.br*

Nardim (2008) estudou o uso do aço na construção civil, mostrando as vantagens da estrutura metálica sobre o sistema de alvenaria convencional, sendo as principais: alivio das fundações, canteiro de obras menor e mais organizado, redução no tempo de construção, maior espaço útil por área construída e maior qualidade devido ao grau de industrialização. Seu estudo foi feito através de livros, artigos técnicos e analise de obras feitas com o sistema, concluindo que a estrutura metálica pode substituir com vantagens a estrutura convencional de madeira e de concreto.

3.3 Light Steel Framing

O *Ligth Steel Framing* teve origem a partir do *Wood Framing*, outro sistema construtivo desenvolvido por colonizadores norte-americanos a fim de atender o crescimento da população (LOURA, 2017).

Entre 1810 e 1860, nos Estados Unidos, a demanda por habitações era enorme, visto que a polução crescia muito rapidamente. Então foi necessário recorrer a uma solução alternativa, que fizesse uso da matéria prima disponível no local (madeira) e usando conceitos de velocidade, praticidade e produtividade, resultando no *Wood Framing*, que se tornou o meio mais comum de construção da época (LOURA, 2017).

Segundo Bateman (1998), após a segunda guerra mundial, o aço era abundante e as metalúrgicas já possuíam grande domínio na utilização do metal devido à guerra. Primeiro usado nas divisórias de grandes edifícios, com estruturas em ferro, o aço enformado a frio passou a ser usado em habitações até começar a substituir a estrutura inteira de madeira. As primeiras aplicações do aço enformado a frio são de 1850, tanto nos EUA, como na Grã-Bretanha. O grande impulso foi dado nos anos 80, quando o preço da madeira subiu, fazendo os construtores passar a usar o aço imediatamente.

O Ligth Steel Framing é um sistema de construção a seco, utilizando estruturas de aço leve, galvanizado e com placas estruturais para o fechamento, projetado para suportar cargas da edificação e trabalhar em conjunto em outros subsistemas. Tem uma ampla utilização nos EUA, Austrália e Japão, e vem ganhando mercado em outros países (JARDIM, 2010).

Figura 4: *Construção de casa em LSF*
Fonte: *www.hexollc.com*

O LSF é um sistema flexível, que não apresenta grandes restrições de projeto, podendo receber qualquer tipo de acabamento no interior e exterior. Além disso o próprio peso da estrutura é baixo, fazendo com que assim possa ter um custo menor com fundação.
No Brasil esse sistema teve início apenas a partir de 1998, hoje vem sendo aplicado no país, mas ainda de forma discreta e com pouca aceitação popular devido a desconhecimento (HERNANDES, 2004).

Souza (2014) estudou sobre o uso de novas tecnologias para construção civil, com foco em LSF, com intuito de difundir o conhecimento obtido. Foram analisados dados e informações através de banco de dados da Câmara Brasileira da Industria da construção (CBIC), através de visitas técnicas em empresas que usam LSF e através do estudo e análise de trabalhos publicados sobre o tema. O autor chegou à conclusão que apesar de ainda pouco utilizado, o mercado da construção desenvolvendo e melhorando novas técnicas de construção, como o Steel Framing, e que é necessário que grandes empresas façam frente para utilização e disseminação de suas vantagens.

Prudêncio (2013) realizou uma pesquisa de comparação de custo entre LSF e o sistema convencional, a fim de apontar as vantagens e a viabilidade do LSF como alternativa ao método convencional. Para isso ele dimensionou uma residência unifamiliar de 100 m² em concreto, e a mesma em LSF, para se obter a diferença de custo entre as duas. Ele chegou à conclusão de que a construção com LSF ficou 20% mais caro que o método convencional, mas sem levar em conta o tempo de execução da obra.

Faria (2013), com objetivo de mostrar a viabilidade do sistema LSF, fez um estudo sobre o seu processo construtivo, comparado ao método convencional. Utilizando-se de estudos em livros, normas manuais técnicos e revistas online, um estudo de caso foi elaborado a partir de dados de uma empresa, sobre uma casa popular. Chegando à conclusão de que o sistema LSF saiu por R$702,00/m² e o convencional por R$533,00/m², o que dá uma diferença de 30% no preço por metro quadrado, mas em contrapartida o tempo de construção do LSF teve um retorno mais rápido, devido ao menor tempo de construção.

Souza (2012), com objetivo de comparar o custo dos diferentes sistemas de construção, sendo alvenaria convencional, casa de madeira de lei e o sistema wood frame, com ênfase

no mesmo, para divulgar as vantagens em construções usando apenas madeira. Por meio da análise de três projetos, um de cada sistema, verificando as vantagens e desvantagens de cada um, como custo, tempo e mão de obra, chegou-se à conclusão que o wood frame tem uma clara vantagem em termos de custo entre eles, apesar de ainda pouco aceito no brasil, é necessário empenho das empresas para conscientização da sociedade e dos profissionais do ramo.

Ben (2016) estudou o interesse e a capacidade de construtoras de Campo Mourão aplicar o sistema LSF em suas obras. A metodologia aplicada foi a revisão bibliográfica e um estudo baseado em questionário aplicado as empresas e profissionais do ramo. Ele conclui que a visão das empresas é unânime a necessidade do mercado em renovar seu método de empreender, também e quase unânime o interesse dos profissionais em usar o LSF. Em contrapartida, o fator mais relevante contra a inovação é a falta de mão de obra especializada. Ficou visível a necessidade de o setor utilizar outros meios de construção, mas não ocorrerá no momento atual, devido à falta de confiança do mercado brasileiro em novas tecnologias.

4. DESENVOLVIMENTO

COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO ENTRE O LIGTH STEEL FRAMING E MÉTODOS CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS

ÍTALO FERNANDO BARBOSA NUNES[1]

LUCIANO DA ROCHA MAGALHÃES[2]

RESUMO

Introdução: É muito importante estudar a viabilidade de um novo método construtivo como o LSF na região de Patrocínio pois, apesar de ser um método incomum e ainda visto com rejeição por alguns profissionais, ele pode trazer muitos benefícios. É importante estudar sobre os custos, disponibilidade de matéria prima, tempo de execução e mão de obra necessária para se obter uma relação de custo-benefício, e poder comparar com os outros métodos existentes. **Objetivo:** Fazer uma comparação de desempenho entre diferentes tipos de métodos construtivos. **Materiais e Métodos:** O presente trabalho se desenvolveu a partir das informações de diversas obras, utilizando indicadores quantitativos e qualitativos para avalia-las. **Resultados:** Pode-se notar através dos gráficos de comparação, um custo relativamente mais baixo da Alvenaria Convencional e da estrutura metálica, um tempo menor de construção do LSF e das estruturas metálicas, e a preferência de uso dos profissionais pela alvenaria convencional. **Conclusão:** Com base nas avaliações feitas sobre cada sistema construtivo pode-se notar que a alvenaria convencional e a estrutura metálica dominam o mercado, mas há grande perspectiva de aumento no uso do Light Steel Framing, devido demanda habitacional e leis de sustentabilidade, consequentemente redução no seu custo.

---

[1]Autor, Graduando em Engenharia Civil pelo UNICERP.

[2]Professor Orientador, Doutor e Docente do Curso de Engenharia Civil do UNICERP.

Palavras-chave: Comparação de desempenho; Ligth Steel Framing.

ABSTRACT

Introduction: It is very important to study the viability of a new constructive method such as LSF in the Sponsorship region, because although it is an unusual method and still seen with rejection by some professionals, it can bring many benefits. It is important to study the costs, raw material availability, execution time and labor required to obtain a cost-benefit ratio, and to be able to compare with other existing methods. **Objective:** To perform a performance comparison between different types of constructive methods. **Materials and Methods:** The present work was developed from the information of several works, using quantitative and qualitative indicators to evaluate them. **Results:** Comparison graphs show a relatively lower cost of Conventional masonry and metal structure, shorter construction time of LSF and metal structures, and the preference of professionals for conventional masonry. **Conclusion:** Based on the evaluations made on each constructive system it can be noticed that conventional masonry and the metallic structure dominate the market, but there is great prospect of an increase in the use of Steel Framing, consequently reduction in its cost.

Keywords: Performance comparison; Ligth Steel Framing.

4.1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil (ICC) sempre teve um papel importante no desenvolvimento da sociedade e na economia brasileira. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a participação da Construção Civil no valor adicionado bruto do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro foi de 5,2 % no ano de 2017. Apesar da ICC ter amargado perdas econômicas nos últimos anos de crise, chegando a um recuo de 5% do PIB em 2017, dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SINDUSCON-SP) indicam que o PIB da Construção deve subir 2,0% em 2018, revertendo série de quedas desde 2014. A ICC também é umas das principais áreas geradoras de empregos no Brasil, registrando mais de 8,6 milhões de trabalhadores, cerca de 8,5% da população ocupada brasileira.

O IBGE registrou em maio de 2019 um aumento de 2% no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) ficando em R$1130,67 em abril de 2019 por metro quadrado na alvenaria convencional, onde 48% desse valor é referente a

mão de obra. Portanto é necessário buscar novos métodos de construção, mais industrializados visando economia de matéria prima, mão de obra e principalmente tempo de execução.

A alvenaria convencional vem sendo amplamente utilizada na construção civil brasileira. Ela é considerada uma técnica tradicional, usada pelo homem desde a antiguidade, sendo o principal elemento a rocha. A maneira simples de se colocar uma pedra sobre outra, permitiu a sobrevivência do homem durante milhares de anos, que ao longo do tempo foi aperfeiçoando os materiais e as tecnologias usadas (VASQUEZ; PIZZO, 2014). O método em alvenaria convencional pode ser considerado como artesanal, é realizado no próprio canteiro de obras, muitas vezes sem seguir padrões ou normas obrigatórias, com uma margem alta de erros. (DALL MOLIN, 2017).

A utilização de estruturas metálicas no século XVIII foi um grande passo para o desenvolvimento dos métodos construtivos que revolucionou a engenharia civil. Conforme Bellei, Pinho e Pinho (2008), o Palácio de Cristal construído em Londres foi o primeiro edifício construído em 1851 com estrutura metálica. Devido às vantagens do aço como maior resistência, menor peso da estrutura, conseguir suportar maiores vãos, esse sistema foi se tornando cada vez mais utilizado.

O *Light Steel Framing* teve origem a partir do *Wood Framing*, outro sistema construtivo desenvolvido por colonizadores norte-americanos a fim de atender o crescimento da população (LOURA, 2017).

O *Light Steel Framing* é um sistema de construção a seco, utilizando estruturas de aço leve, galvanizado e com placas estruturais para o fechamento, projetado para suportar cargas da edificação e trabalhar em conjunto em outros subsistemas. Tem uma ampla utilização nos EUA, Austrália e Japão, e vem ganhando mercado em outros países.

O LSF é um sistema flexível, que não apresenta grandes restrições de projeto, podendo receber qualquer tipo de acabamento no interior e exterior. Além disso o próprio peso da estrutura e baixo, fazendo com que assim possa ter um custo menor com fundação.

No Brasil esse sistema teve início apenas a partir de 1998, hoje vem sendo aplicado no país, mas ainda de forma discreta e com pouca aceitação popular devido a desconhecimento. (HERNANDES, 2004)

Prudêncio (2013) realizou uma pesquisa de comparação de custo entre LSF e o sistema convencional, a fim de apontar as vantagens e a viabilidade do LSF como alternativa ao método convencional. Para isso ele dimensionou uma residência unifamiliar de 100 m² em concreto, e a mesma em LSF, para se obter a diferença de custo entre as duas. Ele chegou à conclusão de que a construção com LSF ficou 20% mais caro que o método convencional, mas sem levar em conta o tempo de execução da obra.

Faria (2013), com objetivo de mostrar a viabilidade do sistema LSF, fez um estudo sobre o seu processo construtivo, comparado ao método convencional. Utilizando-se de estudos em livros, normas manuais técnicos e revistas online, um estudo de caso foi elaborado a partir de dados de uma empresa, sobre uma casa popular. Chegando à conclusão de que o sistema LSF saiu por R$702,00/m² e o convencional por R$533,00/m², o que dá uma diferença de 30% no preço por metro quadrado, mas em contrapartida o tempo de construção do LSF teve um retorno mais rápido, devido ao menor tempo de construção.

Devido as questões apresentadas nesse trabalho, buscou-se fazer uma comparação de desempenho entre os diferentes métodos construtivos: *Light Steel Framing*, Alvenaria convencional e Estrutura metálica.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Indicadores de desempenho

O presente trabalho se desenvolveu a partir da análise de diversas obras, que foram captadas por meio de pesquisa com empresas e lançamentos de licitações de prefeituras. Por meio de gráficos gerados com as informações das obras, elencou-se indicadores quantitativos para comparação entre os métodos construtivos, sendo eles: a) custo de

fundação, b) custo da superestrutura, c) custo da cobertura, d) custo geral da obra, e) tempo de construção e f) custo/tempo.

Todos os indicadores de desempenho foram normalizados pela área construída a fim de equipar os diferentes tipos de construção, todos os custos apresentados no trabalho já estão incluídos o custo de mão de obra.

4.2.2 Obras analisadas

A Tabela 1 detalha as obras analisadas neste trabalho, apresentando as informações básicas sobre cada uma. O Anexo B deste trabalho apresenta um detalhamento de cada tipo de estrutura.

Nome	Local	Tipo	Ano	Área construida	Valor total	Tempo total
UBS Marciano Brandão	Patrocinio Minas	Alvenaria Convencional	2011	367,22 m²	R$ 496.008,00	8 meses
UBS Rio do Peixe	Rio do Peixe Minas	Alvenaria Convencional	2013	302,63 m²	R$ 567.957,00	16 meses
Museu do imigrante	Pitangui Minas	Alvenaria Convencional	2017	304 m²	R$ 375.848,00	6 meses
UBS Cruzeiro da Fortaleza	Cruzeiro da Fortaleza	Ligth Steel Framing	2013	395,65 m²	R$ 979.378,00	6 meses
Stand de vendas	Uberlandia Minas	Ligth Steel Framing	2013	155,7 m²	R$ 265.679,00	3 meses
Ubs lundceia	Lagoa Santa Minas	Ligth Steel Framing	2015	460 m²	R$ 1.422.431,00	6 meses
Barracao figueiropoles	Figueiropolis	Estrutura metalica	2017	600 m²	R$ 182.452,00	4 meses
Barracao casemg	Patrocinio Minas	Estrutura metalica	2017	120 m²	R$ 236.827,00	2 meses
Quadra poliesportiva	Rondinha Rio Grande	Estrutura metalica	2018	208 m²	R$ 255.554,00	6 meses

Tabela 1: *Tabela de obras analisadas no trabalho*
Fonte: *Autor*

Todos os dados obtidos nesse trabalho foram obtidos por meio de consultas com profissionais das áreas especificas e também por meio de editais de licitações de prefeitura. Apesar das obras não serem realizadas no mesmo ano, e possivelmente existir um reajuste de valores com o tempo, foi a forma encontrada de se fazer um comparativo de modo simples e objetivo.

4.2.3 Questionários

Também foi realizada uma comparação por meio de indicadores qualitativos, obtidos por meio de questionários com profissionais atuantes em cada sistema construtivos abordados. O questionário aplicado consta no Anexo A deste trabalho.

O questionário foi composto de cinco perguntas objetivas, levando em consideração a opinião de cada entrevistado sobre o sistema construtivo em que atua. Por meio das respostas foi analisada a opinião geral dos profissionais sobre o método com o melhor custo-benefício. Foram entrevistados oito profissionais, sendo três que trabalham com estrutura metálica, três que já trabalharam com LSF e alvenaria convencional, um que utiliza apenas LSF, e um que utiliza apenas alvenaria convencional.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.3.1 Avaliação quantitativa dos indicadores de desempenho

Custo de Fundação

A figura 5 representa o custo de fundação por metro quadrado de cada uma das obras analisadas. O grupo representado em vermelho foram construídos com o método de alvenaria tradicional, o grupo em azul foi construído usando o LSF e o grupo em amarelo representa as obras em estruturas metálicas.

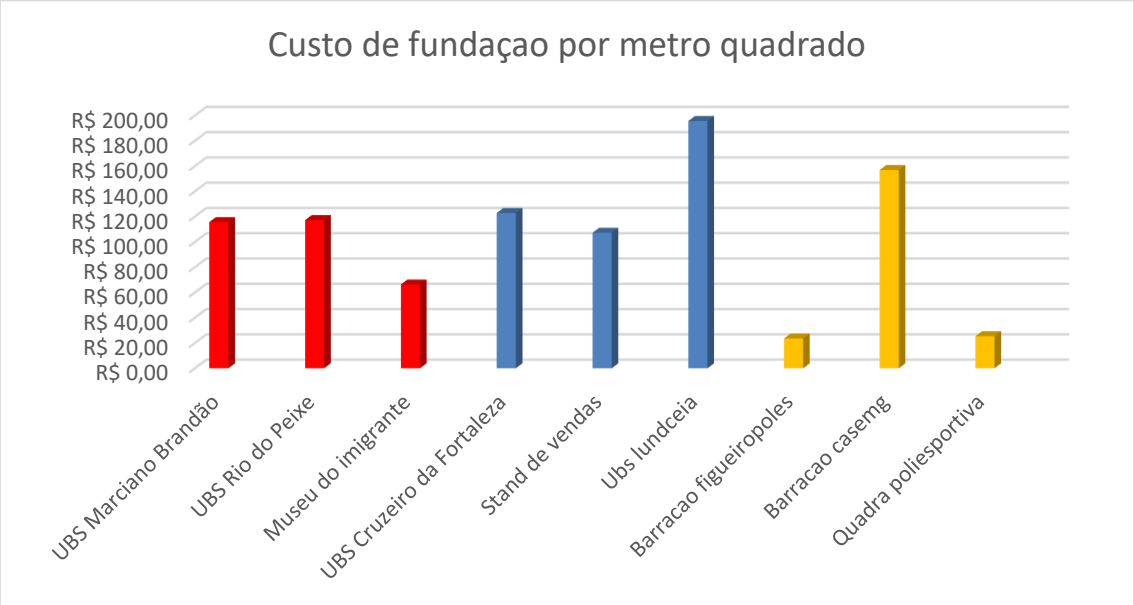

Figura 5: *Custo de fundação por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

Pode-se notar, por meio da Figura 4, um custo elevado em relação a Unidade Básica de Saúde Lundceia (LSF), por ser uma obra de múltiplos pavimentos. Pode-se notar também um custo elevado do Barracão CASEMG (estruturas metálicas) devido a ser uma estrutura menor, mas com um pé direito elevado, e com construção de uma tulha no subsolo.

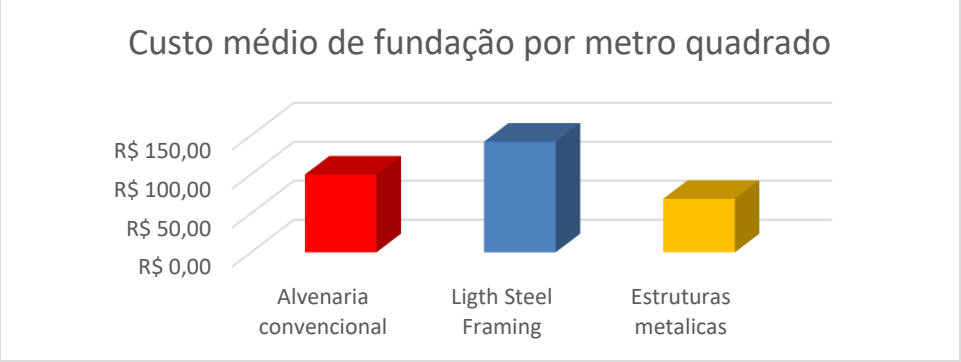

Figura 6: *Custo de fundação por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

Observando os dados, o custo médio da fundação em Alvenaria convencional foi de R$ 99,76 o metro quadrado, o LSF custou R$ 141,90 e a Estrutura Metálica custou R$ 68,62. Em media o LSF ficou 42% mais caro que alvenaria convencional, mas este custo se deve ao fato de que uma das obras possui mais de um pavimento, e duas delas foram utilizados fundação com estaca em sua construção.

As fundações de estruturas metálicas têm um custo 32% menor em relação a alvenaria convencional, apenas a obra do barracão Casemg teve um custo elevado devido a construção da tulha.

Em relação a fundação, por meio da figura 6, nota-se que apenas as estruturas metálicas levam vantagem com um custo efetivamente menor, devido sua estrutura mais leve e fundação simples. Não se pode descartar o uso do LSF pelo fato do maior valor de fundação, o que se deve é buscar técnicas mais baratas para esse sistema, já que sua superestrutura possui um peso muito menor que alvenaria convencional, em muitos casos pode ser usado fundação tipo radier para redução do custo.

Custo da Superestrutura

O gráfico da figura 7 representa o custo da superestrutura por metro quadrado. O grupo representado em vermelho foram construídos com o método de alvenaria tradicional, o grupo em azul foi construído usando o LSF, e o grupo em amarelo representa as obras em estruturas metálicas.

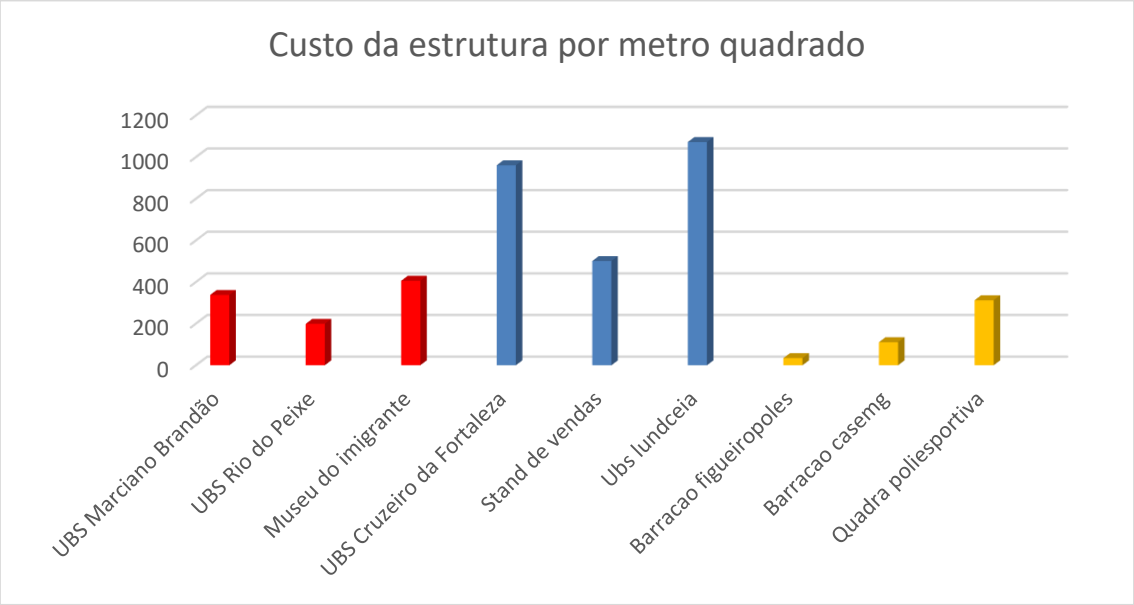

Figura 7: *Custo de estrutura por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

Em relação à superestrutura, pode-se observar na Figura 7, uma grande vantagem das estruturas metálicas em relação aos outros métodos construtivos. Isto se deve ao fato de serem galpões, com poucas divisões e com acabamento simplificado, havendo estrutura apenas em seu entorno. A estruturas em LSF tem um custo elevado em relação a alvenaria convencional, por fazer uso de muitos perfis em aço galvanizado e painéis estruturais (sendo o maior custo da obra). A alvenaria convencional tem um custo menor que o LSF, por utilizar mão de obra e matéria prima mais baratos.

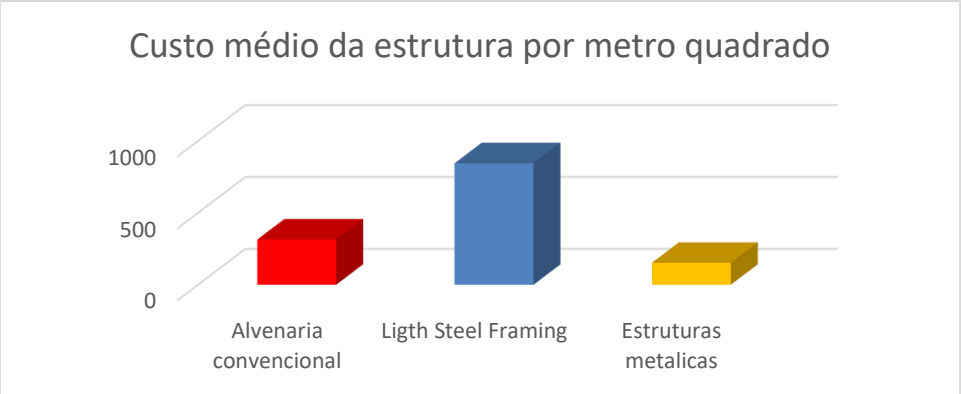

Figura 8: *Custo de fundação por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

Observando a figura 8, o custo médio da superestrutura em Alvenaria Convencional foi de R$ 314,19, enquanto o LSF custou R$ 844,66 e a estrutura metálica R$ 152,60.

As estruturas metálicas têm um custo 51,4% menor em relação a alvenaria convencional, por serem construções abertas, sem muitas divisões, e com acabamento bem simples, seu custo é relativamente menor. A alvenaria convencional foi 62,8% mais barata que o LSF, como os custos já estão somados a mão de obra, e o LSF tem um custo de mão de obra elevado em relação a alvenaria.

Assim, pode-se dizer que a alvenaria convencional tem o melhor custo benefício em obras residenciais, e comerciais, se analisados somente o custo de estrutura. Deve-se buscar o aumento do conhecimento e uso do LSF, para que os custo de matéria prima e mão de obra passem a ser competitivos no mercado.

Custo da Cobertura

A figura 9 representa o custo da cobertura por metro quadrado. O grupo representado em vermelho foram construídos com o método de alvenaria tradicional, o grupo em azul foi construído usando o LSF e o grupo em amarelo representa as obras em estruturas metálicas.

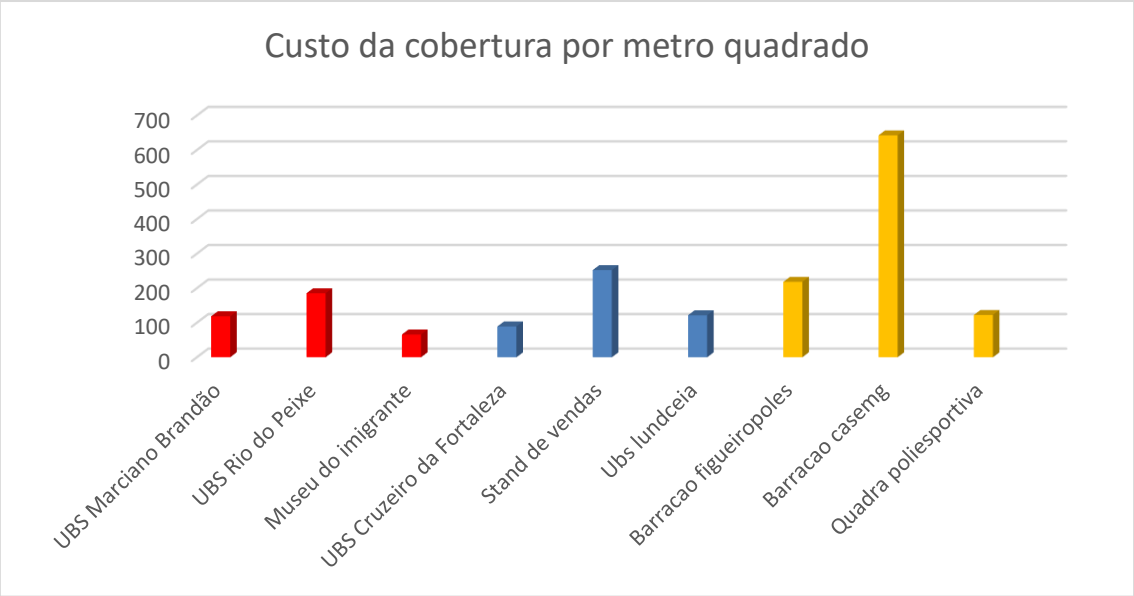

Figura 9: *Custo da cobertura por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

.

Pode -se observar que o LSF e a alvenaria convencional têm custos equivalentes, sendo a alvenaria convencional com maior facilidade de se encontrar mão de obra, e o LSF com menor tempo de montagem do telhado. A cobertura de estruturas metálicas tem um custo maior por cobrirem grandes vãos, necessitando de um uso de treliças, e maior quantidade de aço na estrutura.

No LSF, o stand de vendas tem um custo um pouco maior, devido fazer uso de telhado verde, e nas estruturas metálicas o barracão Casemg teve um custo bem elevado em relação as outras.

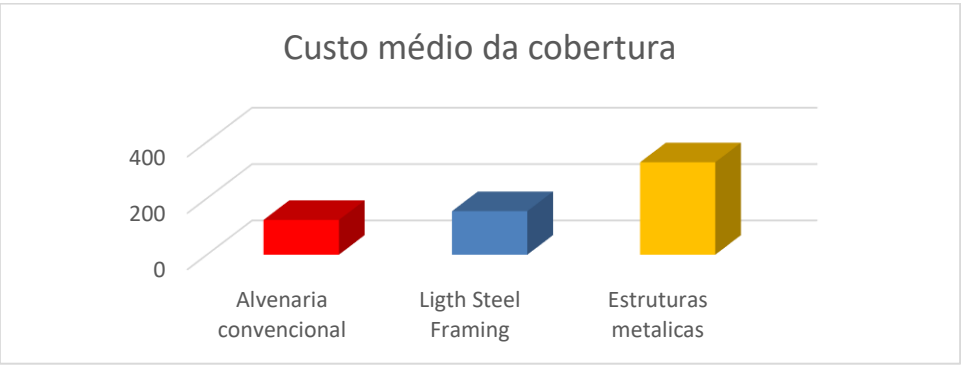

Figura 10: *Custo da cobertura por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

Os custos da cobertura em Alvenaria Convencional foram de R$ 123,37, enquanto o LSF custou R$ 154,44 e a estrutura metálica R$ 327,84 conforme o gráfico, nota-se que o custo médio da Alvenaria Convencional ficou 20% mais barato em relação ao LSF, mas esta vantagem se deve ao custo elevado do telhado verde em umas das obras em LSF.

Apenas aqui as estruturas metálicas tiveram um custo elevado, ficando aproximadamente duas vezes mais caro que o LSF, isso se deve ao fato do barracão Casemg ter um custo extremamente elevado em relação as outras obras.

Existe uma grande vantagem para o LSF, pois seu custo de cobertura é equivalente a alvenaria convencional, mas com um prazo de execução reduzido e uma facilidade de montagem, que garante a esse sistema grande competitividade.

Custo Geral

O gráfico mostrado na Figura 11 representa a comparação do custo geral de cada método. O grupo representado em vermelho foram construídos com o método de alvenaria tradicional, o grupo em azul foi construído usando o LSF e o grupo em amarelo representa as obras em estruturas metálicas.

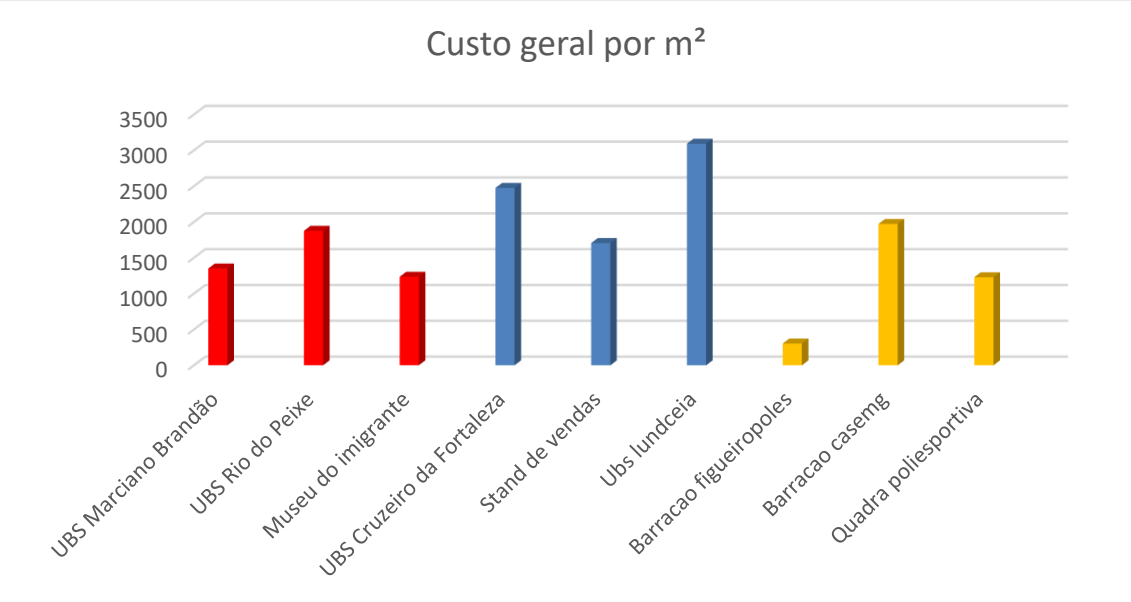

Figura 11: *Custo geral por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

No geral, levando em conta apenas o custo por metro, as estruturas metálicas têm o menor custo, seguido da alvenaria convencional. Observa se aqui um custo elevado nas construções UBS Lundceia (LSF) e no barracão Casemg (estrutura metálica), devido a particularidades no projeto.

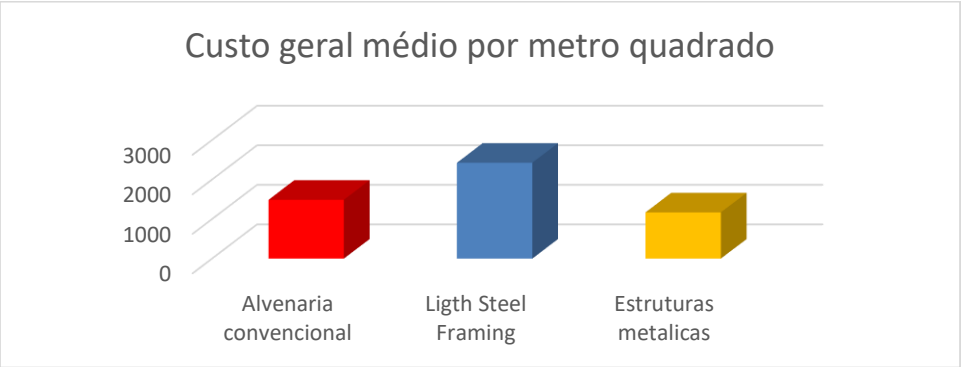

Figura 12: *Custo de geral por metro quadrado*
Fonte: *Autor*

Os custos gerais da Alvenaria Convencional foram de R$ 1487,93, enquanto o LSF custou R$ 2424,65 e a estrutura metálica R$ 1168,75 de acordo com o gráfico da figura 12, o custo geral da Alvenaria Convencional ficou 38% mais barato em relação ao LSF, e a estrutura metálica 21% mais barato que a alvenaria convencional.

Em 2013, Faria fez um estudo de viabilidade do LSF, comparando seu processo construtivo com a alvenaria convencional, chegou se a conclusão de que o sistema LSF saiu por R$702,00/m² e o convencional por R$533,00/m², o que dá uma diferença de 30% no preço por metro quadrado, mas em contrapartida o tempo de construção do LSF teve um retorno mais rápido, devido ao menor tempo de construção.

Observa se que a diferença de custo entre o LSF e outros sistemas ainda é grande, deve-se buscar formas de reduzir o custo desse sistema, visto que em outros países é um dos métodos mais utilizados e várias são suas vantagens, que demonstram que esse método deve ser colocado em pratica, para que seu custo se torne competitivo no mercado.

Tempo de Construção

A Figura 13 representa a quantidade de metros quadrados construídos em um mês em cada método. O grupo representado em vermelho foram construídos com o método de

alvenaria tradicional, o grupo em azul foi construído usando o LSF, e o grupo em amarelo representa as obras em estruturas metálicas.

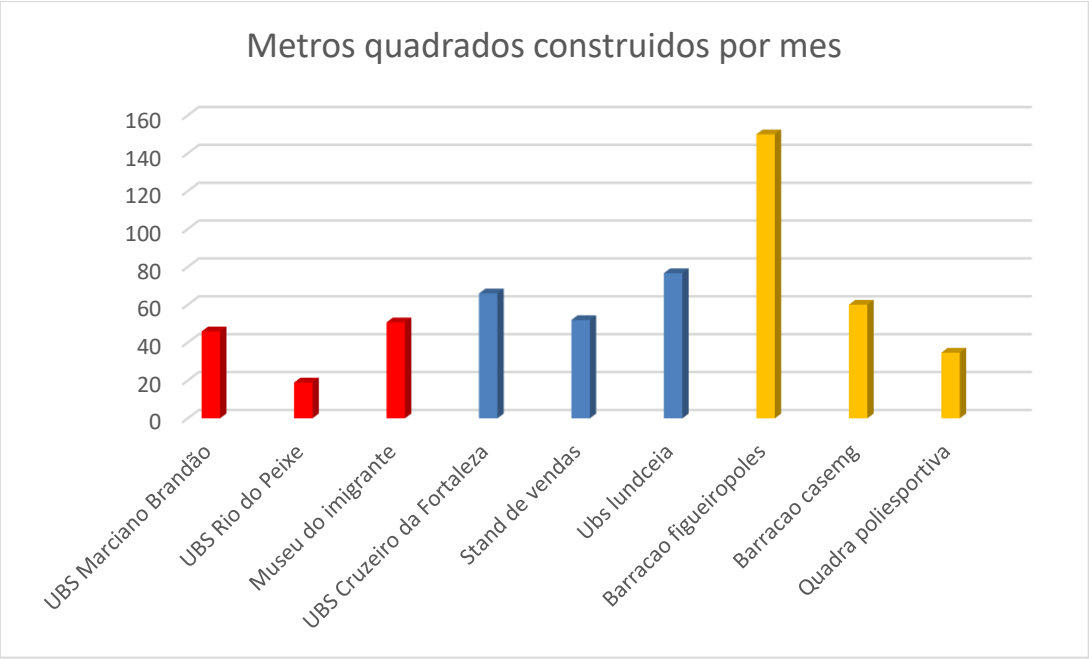

Figura 13: *Metros quadrados em um mês*
Fonte: *Autor*

Pode-se notar uma grande vantagem do LSF em relação a alvenaria convencional, por ser um método industrializado, consegue-se construir mais em menos tempo. Nas estruturas metálicas o barracão Figueirópolis levou grande vantagem, por ser uma construção simples de galpão aberto.

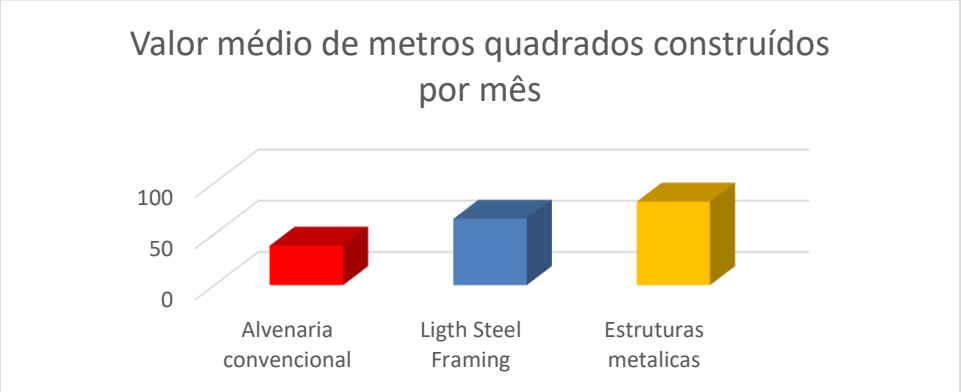

Figura 14: *Metros quadrados em um mês*
Fonte: *Autor*

As estruturas metálicas são obras bem mais simples de serem executadas, por isso tem um tempo muito menor de construção. Na alvenaria convencional foram construídos na media 38,4 m² ao mês, enquanto no LSF foram construído 64,83 m² e nas estruturas metálicas 81,55m².

Com o LSF foi possível se construir 40% a mais em um mês, que demonstra que esse sistema é ótimo quando o tempo é mais importante que o custo.

A grande vantagem vai para as estruturas metálicas, com uma maior quantidade de área construída em relação aos outros métodos, mas como é um sistema voltado para galpões e obras industriais, tem-se o LSF como melhor método para construções residenciais, quando o tempo de construção é escasso.

Custo/tempo

No gráfico da figura 15 pode-se observar a relação de custo mensal de cada obra, percebe-se que as obras em LSF tem um valor investido bem maior em cada mês, em compensação isso se reflete na velocidade de construção que também é muito maior.

Apesar de um custo maior em um menor intervalo de tempo, esse valor pode se refletir em um lucro antecipado dependendo da finalidade da obra, o que pode ser muito vantajoso.

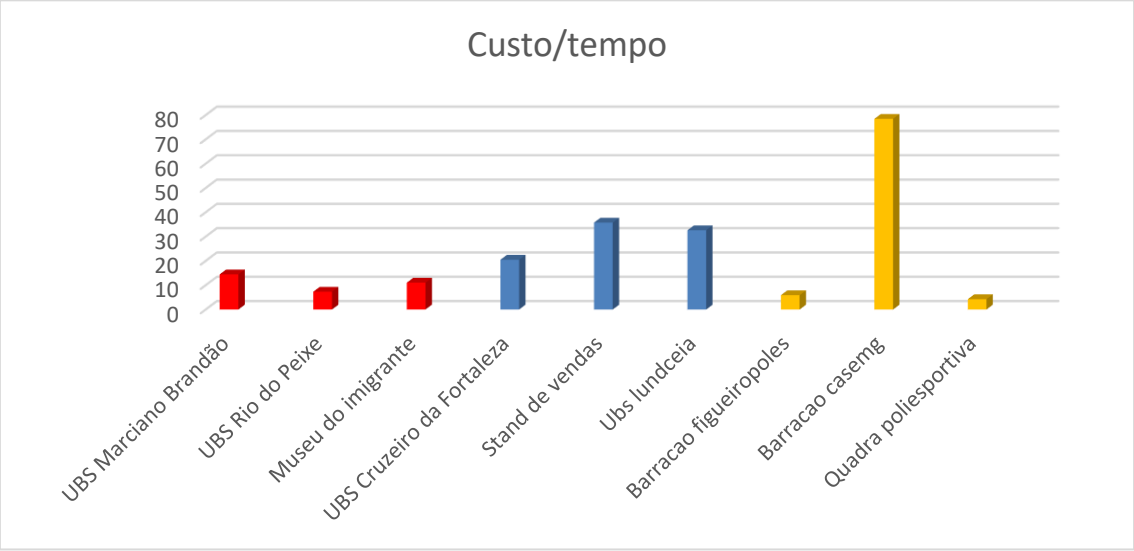

Figura 15: *Relação de custo/tempo*
Fonte: *Autor*

4.3.2 Avaliação qualitativa das técnicas construtivas

Por meio de comparação dos questionários obtidos com profissionais da área, tem-se como resultados que 37,5% dos profissionais trabalham com maior frequência com alvenaria convencional, 25% trabalham com LSF e 37,5% trabalham com estruturas metálicas, visto que buscou entrevistar profissionais de todas as áreas.

Sobre a opinião dos profissionais sobre qual o sistema com melhor custo benefício hoje, tem-se que 37,5% consideram a alvenaria convencional melhor custo benefício, 37,5% consideram o LSF como melhor custo benefício e 25% dos entrevistados consideram as estruturas metálicas o melhor custo beneficio no mercado.

De acordo com o questionário, tem-se as três principais vantagens de cada sistema:

> Na Alvenaria convencional as vantagens são a facilidade de se encontrar mão de obra, o menor custo de construção e a facilidade de se fazer reformas e alterações de projeto.
>
> No Light Steel Framing as principais vantagens são a limpeza e organização do canteiro de obras, construção racionalizada com menos desperdícios e o menor tempo de construção.
>
> Nas Estruturas metálicas as principais vantagens são a facilidade de montagem da estrutura, consegue vencer vãos maiores que outros sistemas e tem maior carga de resistência a ruptura.

Principais desvantagens de cada sistema, de acordo com o questionário:

> Na Alvenaria convencional as desvantagens são as dilatações e matérias primas ruins no mercado hoje, o tempo elevado de construção e a sujeira e desorganização no canteiro de obras.
>
> No Light Steel Framing as desvantagens são o custo elevado da estrutura, o custo elevado de mão de obra e a falta de mão de obra qualificada.

Nas Estruturas metálicas as desvantagens são o custo elevado do aço, dificuldade de se encontrar mão de obra qualificada, e problemas de compatibilidade com a construção civil.

Conforme o questionário, tem-se a opinião dos profissionais sobre o LSF: 25% consideram que o steel Framing pode substituir alvenaria convencional no futuro, 25 % consideram que não se tornara mais comum no mercado e 50% consideram que se tornará mais comum, mas ainda levará muito tempo para isso.

Com esses resultados pode se notar que os sistemas mais utilizados pelos profissionais são alvenaria convencional, quando se trava de obras residenciais, e estrutura metálicas em obras industriais.

Existe certo preconceito e dificuldades no uso do Ligth Steel Framing. Ainda levará muito tempo para se tornar mais comum no mercado brasileiro, devido ao preço ainda ser elevado e sua mão de obra difícil de encontrar, somado ao desconhecimento de pessoas comuns que querem construir. Mas também há grande movimentação de novas empresas no mercado que aderem ao seu uso para se diferenciar, aliado ao auxílio do governo, com diversas obras que utilizam esse sistema no Brasil. Por ser um sistema industrializado, terá grande eficiência quando for usado em grande escala no país, e consequentemente um custo menor que o de hoje.

4.4 CONCLUSÃO

A partir desse trabalho é possível ter uma compreensão sobre o LSF, e suas potencialidades para o futuro, mas apesar de suas vantagens, ele está longe de se tornar comum no Brasil. O custo ainda elevado e o desconhecimento por parte de profissionais fazem com que esse sistema não se desenvolva bem por aqui. A principal barreira para o LSF ainda está no custo elevado de sua estrutura, e a falta de qualificação de mão de obra, o que encarece muito, e gera preconceitos contra esse sistema.

É visível o anseio do setor da construção em trabalhar com outros meios de produção, porém, isso não ocorrerá no momento atual. Os interessados devem estar atentos e

preparados para a mudança no método de construção. Não é possível dizer em quanto tempo isso ocorrerá, ficando por conta de mudanças econômicas, sociais e políticas, que podem acontecer a qualquer instante, uma vez que, a necessidade de inovação é latente no processo de construção civil.

Pode se concluir que ainda há muito a melhorar, mas é notório que o LSF pode se tornar um modelo de construção ideal, com alta qualidade, racionalização e menor tempo de construção, atendendo a grande demanda habitacional existente no país.

4.5 REFERÊNCIAS

BELLEI, ILDONY H. **Edifícios de Múltiplos Andares em Aço**. 2ª edição. São Paulo. Pini, 2008

DALL MOLIN, Brayan H. de C.; MALANDRIN, Lucas L. 2017. **Comparativo de custos dos sistemas construtivos em Alvenaria Convencional, Light Steel Frame e Wood Frame para Habitação Popular**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

FARIA, J. P. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo Ligth Steel Framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. Rio de Janeiro, 2013.

HERNANDES, H. **Palestra Steel Framing** Belo Horizonte: CBCA, 2004.

LOURA, A. LAMBERTUCCI, F. **Vantagens do sistema construtivo light steel Framing.** Belo Horizonte, 2017

PRUDÊNCIO, M. V. M. V. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Ligth Steel Framing**. Campo Mourão, 2013.

VASQUES, C. C.; PIZZO, L. M. **Comparativo de sistemas construtivos,**

convencional e wood frame em residências unifamiliares. Trabalho de conclusão de curso do Centro Universitário de Lins. São Paulo, 2014.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse trabalho, é possível ter uma compreensão sobre o LSF e suas potencialidades para o futuro, mas, apesar de suas vantagens, ele está longe de se tornar comum no Brasil. O custo ainda elevado e o desconhecimento por parte de profissionais, fazem com que esse sistema não se desenvolva bem por aqui. A principal barreira para o LSF ainda está no custo elevado de sua estrutura, e a falta de qualificação de mão de obra, o que encarece muito, e gera preconceitos contra esse sistema.

É visível o anseio do setor da construção em trabalhar com outros meios de produção, porém, isso não ocorrerá no momento atual. Os interessados devem estar atentos e preparados para a mudança no método de construção. Não é possível dizer em quanto tempo isso ocorrerá, ficando por conta de mudanças econômicas, sociais e políticas, que podem acontecer a qualquer instante, uma vez que, a necessidade de inovação é latente no processo de construção civil.

Pode se concluir que ainda há muito a melhorar, mas é notório que o LSF pode se tornar um modelo de construção ideal, com alta qualidade, racionalização e menor tempo de construção, atendendo a grande demanda habitacional existente no país.

6. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, H. A. **O edifício até sua cobertura**. São Paulo: Edgard Blucher, 1997.

BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do concreto armado.** Bauru, 2006.

BATEMAN, T. S.; SNELL, S. A. **Administração: Construindo Vantagem Competitiva.** São Paulo, SP: Atlas, 1998. 539 p.

BATISTA, R. C. **Análise estrutural de uma residência constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio segundo o sistema construtivo a seco**. Porto Alegre, 2011.

BELLEI, Ildony H.; PINHO, Fernando O.; PINHO, Mauro **O. Edifícios de múltiplos andares em aço**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008.

BEM, C. A. T. **Estudo técnico e de mercado do Light Steel Framing na cidade de Campo Mourão.** Campo Mourão, 2016.

BERNARDES, M.; NILSSON, S.G.; MARTINS, M.S.; ROMANINI, A. **Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em habitação de interesse social**. Revista de Arquitetura da IMED, v. 1, n. 1, p. 31-40, jan/jun. 2012.

CONDEIXA, Karina M. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida: sistema drywall e alvenaria de vedação.** Niterói, 2013.

DALL MOLIN, Brayan H. de C.; MALANDRIN, Lucas L. 2017. **Comparativo de custos dos sistemas construtivos em Alvenaria Convencional, Light Steel Frame e Wood Frame para Habitação Popular**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

FARIA, J. P. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do uso do método construtivo Ligth Steel Framing numa residência unifamiliar de baixa renda**. Rio de Janeiro, 2013.

HERNANDES, H. **Palestra Steel Framing** Belo Horizonte: CBCA, 2004.

JARDIM, G.T.C. **Light steel framing: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil.** CBCA, 2010.

LOURA, A. LAMBERTUCCI, F. **Vantagens do sistema construtivo light steel Framing.** Belo Horizonte, 2017.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira,** Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina 2010.

NARDIM, F. A. **A Importância da Estrutura Metálica na Construção Civil.** Itatiba, 2008.

OLIVEIRA, D. H. M.; MIRA, M. P. **Estudo da viabilidade de construção de casas populares utilizando-se estruturas metálicas.** Campo dos Goytacazes 2006.

PEDROSO, S. P.; FRANCO G. A.; BASSO, G. L.; BOMBONATO, F. A. **Steel Framing na construção civil**. 12° Encontro Cientifico Cultural Interinstitucional. 2014.

POWELL, K. L.; TILOTTA, D. C.; MARTINSON, K. L. **Assessment of research and technology transfer needs for wood-frame housing**. Madison: USDA, 2008.

PRUDÊNCIO, M. V. M. V. **Projeto e análise comparativa de custo de uma residência unifamiliar utilizando os sistemas construtivos convencional e Ligth Steel Framing**. Campo Mourão, 2013.

SOUZA, E. L. **Construção civil e tecnologia: Estudo do sistema construtivo Ligth Steel Framing**. Belo Horizonte, 2014.

SOUZA, L. G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeiras de lei e Wood Frame.** Florianópolis, 2013.

SACCO, M. F.; STAMATO, G. C. **Light wood frame - construções com estrutura leve de madeira**. Revista TÉCHNE: Como construir, 2010.

SOUZA, L. G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame.** Florianópolis, 2012

VASQUES, C. C.; PIZZO, L. M. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares.** Trabalho de conclusão de curso do Centro Universitário de Lins. São Paulo, 2014.

7. ANEXOS

ANEXO A – QUESTIONÁRIO ELABORADO PARA REALIZAÇÃO DE ENTREVISTAS COM ENGENHEIROS QUE ATUAM NA CONSTRUÇAO CIVIL.

Nome:

_____

Formação profissional:

_____

1. Qual método construtivo você mais utiliza atualmente?

_____

_____

_____

2. Qual método você considera o mais vantajoso atualmente?

_____

_____

_____

3. Quais as vantagens do método construtivo que você utiliza?

_____

_____

_____

4. Quais os maiores problemas encontrados nesse método utilizado?

_____

_____

_____

5. Na sua visão, o Ligth Steel Framing pode se tornar mais comum no Brasil, podendo até ultrapassar a alvenaria convencional?

_____

_____

_____

ANEXO B – DETALHAMENTO SOBRE CADA OBRA PESQUISADA NO TRABALHO

Obras em alvenaria convencional

- Unidade Básica de Saúde Marciano Brandão

Obra realizada em 2011, em Patrocínio MG, com uma área total construída de 367,22 m², um custo total de 496 mil reais, e com tempo de duração de oito meses. Trata-se de uma unidade básica de saúde, construída em alvenaria convencional, foi utilizada estacas brocas tipo Strauss para fundação, estrutura de concreto armado e alvenaria com tijolos cerâmicos, cobertura utilizando estrutura de madeira e telhas de fibrocimento

- Unidade Básica de Saúde Rio do Peixe

Obra realizada em 2013, no município Rio do Peixe MG, com uma área total construída de 302,63m, um custo total de 568 mil reais, e com duração de 16 meses. Trata-se de uma unidade básica de saúde, construída em alvenaria convencional, foi utilizada estacas brocas para fundação, estrutura de concreto armado e alvenaria com tijolos cerâmicos, cobertura utilizando estrutura de madeira e telhas cerâmicas.

-Museu do Imigrante Pitangui

Obra licitada em 2017, ainda não concluída, mas com previsão de seis meses para conclusão, utilizando alvenaria convencional, com um custo total de 376 mil reais, área de 304 m², no município de Pitangui MG.

Obras em Ligth Steel Framing

- Unidade Básica de Saúde Cruzeiro da Fortaleza

Obra realizada em 2013, em Guimarânia MG, com uma área total construída de 395,65 m², um custo total de 979 mil reais, e com tempo de duração de seis meses. Trata-se de uma unidade básica de saúde, construída em Ligth Steel Framing, foi utilizada estacas brocas para fundação, estrutura de painéis estruturais em aço galvanizado, com fechamento das paredes em light Steel Framing com revestimento interno e externo, cobertura utilizando estrutura de aço galvanizado e telhas de aço ondulada.

- Stand de Vendas em Uberlândia

Realizada em 2013, em Uberlândia MG, com uma área construída de 155,7m², um custo total de 266 mil reais, e três meses de duração. Toda construção em LSF, fundação tipo radier, com uma cobertura usando Telhado Verde sobre LSF. Trata-se de um Stand de Venda de um loteamento em Uberlândia

- Unidade Básica de Saúde Lundcéia

Obra realizada em 2015, em Lagoa Santa MG no bairro Lundcéia, com uma área total construída de 460 m², um custo total de 1.422.000 reais, e com tempo de duração de seis meses. Trata-se de uma unidade básica de saúde, construída em Ligth Steel Framing, fundação tipo estaca, estrutura de painéis estruturais em aço galvanizado, com fechamento das paredes em light Steel Framing com revestimento interno e externo, cobertura utilizando estrutura de aço galvanizado e telhas de aço ondulada.

Obras em Estruturas Metálicas

- Barracão em Figueirópolis

Barracão de uso industrial, construído em 2017 em Figueirópolis no Tocantins, com 600m² de área construída, custo total de 183 mil reais, com duração de 4 meses para conclusão. Fundação utilizando blocos com atura de 1 metro, estrutura composta por pilares e tesouras metálicas, com fechamento em telhas de aço zincadas e cobertura também com telhas de aço zincado.

-Barracão Casemg

Construído em Patrocínio, em 2017, com área total de 120 m², um custo de 237 mil reais e meses para conclusão. Trata-se de um galpão para recebimento de cerais, possui uma fundação tipo pilar, contendo uma tulha em seu subsolo, fechamento laterais em alvenaria e cobertura metálica.

- Quadra Poliesportiva

Construída em Rondinha RS, em 2018, com uma área total de 1407m², sendo 238m² de área coberta, um custo de 256 mil reais e 6 meses para conclusão. Trata-se de uma quadra poliesportiva que foi ampliada e reformada.

ANEXO C – ARQUIVO FOTOGRÁFICO

Figura 1: Placa de obra UBS Marciano Brandão
Fonte: Dados coletados com profissional

Figura 2: Início das obras, UBS Marciano Brandão
Fonte: Dados coletados com profissional

Figura 3: : Placa de obra, UBS Cruzeiro da Fortaleza
Fonte: Dados coletados com profissional

Figura 4: Início das obras, UBS Cruzeiro da Fortaleza
Fonte: Dados coletados com profissional

Figura 5: Montagem do painel em LSF, Stand de Vendas Uberlândia
Fonte: Dados coletados com profissional

Figura 6: Estrutura do LSF, Stand de Vendas Uberlândia
Fonte: Dados coletados com profissional

Figura 7: Estrutura do LSF, Stand de Vendas Uberlândia
Fonte: Dados coletados com profissional

Figura 8: Obra em fase de finalização, Stand de Vendas Uberlândia
Fonte: Dados coletados com profissional