



**BEATRIZ COSTA CÂNDIDO
BRUNA MARCELA SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA E
ECONÔMICA ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO
CONVENCIONAL E O *LIGHT STEEL FRAME* PARA O
PRÉDIO DAS ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE LAVRAS - MG**

**LAVRAS - MG
2023**

**BEATRIZ COSTA CÂNDIDO
BRUNA MARCELA SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA ENTRE
O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O *LIGHT STEEL FRAME* PARA
O PRÉDIO DAS ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS -
MG**

Concepção básica apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Victor Buono Da Silva Baptista

Orientador

Ms. João Levi Bastos Fernandes

Coorientador

**LAVRAS - MG
2023**

**BEATRIZ COSTA CÂNDIDO
BRUNA MARCELA SILVA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA ENTRE
O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O *LIGHT STEEL FRAME* PARA
O PRÉDIO DAS ENGENHARIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS-MG**

Concepção básica apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2023.

Prof. Dr. Victor Buono Da Silva Baptista

Ms. João Levi Bastos Fernandes

Prof. Dr. Paulo Roberto Borges

Prof. Dr. Victor Buono Da Silva Baptista

Orientador

Ms. João Levi Bastos Fernandes

Coorientador

LAVRAS - MG

2023

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a todas as pessoas que fizeram parte da nossa jornada e acreditaram em nós. Em primeiro lugar, aos nossos pais e irmãos, que sempre estiveram presentes nos apoiando em nossas vitórias e derrotas. Eles são a nossa base e maior motivação, não há palavras que possam expressar o quanto agradecemos por tudo o que fizeram por nós.

Queremos dedicar também ao Rafa e Gabriel, eles são nossos confidentes, nossos apoiadores e nossos melhores amigos e não poderíamos ter chegado até aqui sem eles. Em seguida, queremos dedicar aos nossos amigos e familiares, que fizeram parte da nossa jornada e que sempre estiveram lá para nos alegrar e nos motivar. Eles são uma peça fundamental em nossas vidas e só temos a agradecer por tudo o que fizeram por nós.

Dedicamos ao nosso orientador e ao nosso coorientador, que dedicaram sua atenção, tempo e conhecimento para nos ajudar a alcançar este objetivo. Eles foram pacientes e sempre estiveram lá para nos guiar e nos dar as orientações necessárias para o sucesso deste trabalho.

Por fim, dedicamos este trabalho uma à outra, por termos perseverado e acreditado. Este é o resultado de muito esforço e dedicação, e é uma conquista que levaremos para sempre.

Com carinho e gratidão,

Beatriz e Bruna!

AGRADECIMENTOS

Começamos por agradecer a Deus, por nos conceder saúde e força para chegar até aqui. Sem a sua benção, este trabalho não teria sido possível.

Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão ao nosso orientador, Victor e ao nosso coorientador, João, pelo apoio, paciência e dedicação durante todo o processo de elaboração deste trabalho. A expertise e disposição de vocês em nos guiar foram fundamentais para o sucesso desta empreitada.

Agradecemos também a Universidade Federal de Lavras, pelas oportunidades de aprendizado e crescimento acadêmico que nos proporcionou. Este trabalho é fruto do conhecimento adquirido e das experiências vividas durante nossa graduação.

As empresas pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que possibilitou a realização deste trabalho.

Aos nossos pais e irmãos, pelo incansável amor e apoio durante toda a nossa vida. Sua dedicação e sacrifício para nos proporcionar uma educação de qualidade é inestimável. Ao Rafa e ao Gabriel, pelo apoio, paciência e incentivo.

Agradecemos aos nossos colegas de classe, pela amizade e pelas discussões que enriqueceram nossa formação. Obrigado por fazerem parte desta jornada e por compartilhar conosco momentos únicos.

Por fim, agradecemos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Principalmente ao arquiteto Giovani, por ter contribuído com sua experiência para este trabalho e ao coorientador João Levi, por ter nos ofertado sua disposição ao nos ajudar com o orçamento. Obrigado por fazerem parte desta trajetória e por acreditarem em nosso potencial.

Com profundo respeito e gratidão,

Beatriz Cândido e Bruna Silva

RESUMO

A comparação da viabilidade técnica e econômica, entre os métodos construtivos de concreto armado com fechamento em alvenaria e LSF (*light steel frame*), é um tema de interesse na construção civil. Enquanto o primeiro é um método tradicional e amplamente utilizado, LSF é uma técnica relativamente nova e crescente. O presente trabalho teve como objetivo comparar a viabilidade técnica e econômica dos dois sistemas construtivos para o prédio das Engenharias da Universidade Federal de Lavras. O prédio foi construído utilizando o método convencional, e o tempo de execução deste foi comparado ao tempo de execução estimado para o LSF. A análise indicou um tempo de execução de 200% menor para o LSF em comparação ao método convencional. Além disso, o orçamento dos materiais para o método convencional foi atualizado utilizando tabelas e o Índice Nacional de Custos da Construção (INCC), enquanto o orçamento para o LSF foi estimado com base em orçamentos obtidos por meio de empresas especializadas. A análise comparativa dos resultados indicou que o LSF apresentou resultados melhores na viabilidade técnica, mas foi considerado inviável economicamente, pois apresentou um valor médio 46% mais alto que o do método convencional.

Palavras-chave: Viabilidade técnica. Viabilidade econômica. Sistema construtivo convencional. Sistema construtivo não convencional. Light Steel Frame.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Edifício das engenharias.	12
Figura 2 – Assentamento de Alvenaria.....	14
Figura 3 - Viga em concreto armado.	15
Figura 4 - Obra sendo feita utilizando <i>Light Steel Frame</i>	16
Figura 5 - Montagem do painel pelo método “Stick”	18
Figura 6 - Montagem do painel pelo método “modular”.....	18
Figura 7 - Montagem do painel pelo método “modular”.....	19
Figura 8 - Fundação radier.	20
Figura 9 - Fundação em sapata corrida.	20
Figura 10 - Componentes das paredes do <i>Light Steel Frame</i>	21
Figura 11 – Membrana hidrófuga fabricante Typar.....	22
Figura 12 - Imagem 3D do projeto do prédio das engenharias da UFLA.....	26
Figura 13 - Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.	27
Figura 14 - Ilustração com a representação de um bloco com estaca pré-moldada.	32
Figura 15 – Gráfico do custo referente a cada item convencional pelas tabelas.	38
Figura 16 – Gráfico do custo referente a cada item convencional inicial.....	38
Figura 17 - Gráfico do custo referente a cada item convencional pelo INCC.	43
Figura 18 – Volumetria do prédio com os elementos inclusos no orçamento.	44
Figura 19 - Gráfico do custo referente a cada item do <i>Light Steel Frame</i>	44
Figura 20 – Gráfico da produtividade em dias para os dois métodos.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fragmento da tabela de materiais referente a alvenaria e fechamentos.....	29
Tabela 2 - Fragmento da tabela de materiais e mão de obra referente a estrutura.....	30
Tabela 3 - Fragmento da tabela de materiais referente a estrutura da cobertura.....	31
Tabela 4 - Fragmento da tabela de materiais referente a revestimento.....	32
Tabela 5 - Produtividade do sistema de alvenaria convencional.....	33
Tabela 6 - Produtividade do sistema <i>Light Steel Frame</i>	33
Tabela 7 – Valor final atualizado por tabelas para o método convencional.....	37
Tabela 8 – Orçamento inicial para o método convencional.....	38
Tabela 9 – Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente a alvenaria.....	39
Tabela 10 - Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente a estrutura.....	40
Tabela 11 - Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente a cobertura.....	41
Tabela 12 - Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente ao revestimento.....	41
Tabela 13 - Valor final atualizado pelo INCC para o método convencional.....	42
Tabela 14 – Orçamento para o <i>light steel frame</i>	43
Tabela 15 – Valores finais dos orçamentos para os dois métodos.....	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa e problema	13
1.2 Objetivos	13
1.3 Objetivo geral	13
1.3.1 Objetivos específicos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Alvenaria convencional	14
2.1.1 Vantagens e desvantagens	15
2.2 Light steel frame	16
2.2.1 Histórico	16
2.2.2 Vantagens	17
2.2.3 Desvantagens	17
2.2.4 Métodos de construção	17
2.2.4.1 Método Stick	17
2.2.4.2 Construção modular	18
2.2.4.3 Método por painéis	19
2.2.5 Arquitetura	19
2.2.6 Processos construtivos	19
2.3 Fundações	19
2.4 Painéis	21
2.5 Fechamentos	21
2.6 Membrana hidrófuga	21
2.7 Instalações	22
2.8 Lajes	22
2.9 Coberturas	22
2.10 Custos da obra	23
2.10.1 Normas	23
2.10.2 Tabela SINAPI	24

2.10.3 Outras tabelas.....	24
2.10.4 INCC	25
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Estudo de caso	27
3.2 Entrevista.....	27
3.3 Orçamentos.....	28
3.3.1 Alvenaria e fechamento	29
3.3.2 Estrutura	30
3.3.3 Laje e cobertura.....	31
3.3.4 Revestimento	31
3.4 Fundação	32
3.5 Tempo de execução.....	33
3.6 Viabilidade técnica e econômica	34
4 RESULTADOS.....	36
4.1 Estudo de caso	36
4.2 Orçamento	37
4.2.1 Tabelas de custo	37
4.2.1.1 Alvenaria convencional	39
4.2.1.2 Estrutura.....	39
4.2.1.3 Cobertura.....	40
4.2.1.4 Revestimento.....	41
4.2.2 Índice Nacional de Custo da Construção (INCC).....	42
4.3 Orçamento light steel frame.....	43
4.4 Produtividade	44
4.5 Análises dos dados e discussão	45
5 CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXO A.....	53
ANEXO B.....	57
ANEXO C.....	67

1 INTRODUÇÃO

A Universidade Federal de Lavras (UFLA), credenciada em 1963, é uma instituição de ensino superior pública, mantida pelo governo federal. Oferecendo cursos de graduação e pós-graduação, sendo mais de 30 cursos de graduação e 50 cursos de pós-graduação.

Com toda essa oferta, foi necessário, com o decorrer dos anos, construir um prédio destinado aos cursos de engenharia da Universidade. Dessa forma, o prédio chamado “Edifício das Engenharias” ou “Prédio da ABI”, como comumente é referido pelos estudantes. A edificação (Fig. 1) inaugurada em setembro de 2019 consta com 11.042,95 m² de área construída e engloba salas de aula, laboratórios e salas de professores, dos cursos de Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Engenharia de Materiais e Engenharia Física.

No presente estudo, o tema envolve uma análise de custo-benefício em relação ao uso de uma técnica de construção não convencional, ao ser aplicada no projeto do prédio das Engenharias da UFLA.

Sendo o foco principal uma releitura do projeto, visando uma análise orçamentária, ao se utilizar o LSF. Proposta esta, que envolve as novas tendências do mercado, além de trazer um estudo da viabilidade econômica ao se utilizar uma proposta que substitui as técnicas convencionais de alvenaria.

Figura 1 - Edifício das engenharias.



Fonte: Das autoras (2023).

1.1 Justificativa e problema

A UFLA está em constante crescimento e nos últimos anos, vários cursos, dentre eles, a ABI Engenharias (Área Básica de Ingresso do Curso de Engenharias), vêm tomando grande espaço na Universidade. Com isso, a UFLA se viu obrigada a construir um prédio destinado a esses cursos, a fim de satisfazer a demanda de salas de aula e laboratórios de ensino.

Quando o edifício das engenharias foi criado, os projetistas utilizaram a alvenaria convencional como método de construção. O custo, devido à grande área construída (11.042,95m²), foi elevado, assim como o tempo de construção. Dessa forma, este trabalho propõe a investigação da aplicação de uma técnica não convencional, o *ligh steel frame* (LSF), que vem ganhando força no mercado, a fim de verificar se os custo-benefício da obra em estudo seria superior ou inferior ao método de construção convencional.

Com isso, esse trabalho buscou responder ao seguinte problema **“Qual a viabilidade técnica e econômica para utilização do método construtivo *Light Steel Frame* para o prédio das engenharias da Universidade Federal de Lavras, frente ao sistema convencional de alvenaria e estrutura concreto armado?”**

1.2 Objetivos

Neste item serão apresentados o objetivo geral e específicos desta pesquisa.

1.3 Objetivo geral

O trabalho tem como objetivo geral, sob um olhar econômico, uma comparação entre o uso das técnicas construtivas de LSF e a alvenaria convencional, frente ao prédio das Engenharias da Universidade Federal de Lavras.

1.3.1 Objetivos específicos

Para atender o objetivo geral foram propostos alguns objetivos específicos, citados a seguir:

- Realizar uma pesquisa sobre o método de Alvenaria convencional e a nova técnica construtiva LSF;
- Comparar os dois sistemas construtivos;
- Apresentar os custos relativos para os dois métodos, trazendo uma atualização para o ano de 2023;
- Apontar o método mais vantajoso em relação ao custo-benefício.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a modernidade, houve necessidade de criação de novos métodos para atender a construção civil. A utilização de novos recursos tecnológicos é a melhor forma de alcançar a racionalização de processos e focar nas expectativas dos clientes (FREITAS & CASTRO, 2006). Dessa forma, após da Segunda Guerra, o aço, como material mais abundante, foi uma solução lógica para o desenvolvimento da construção civil.

Segundo Santiago, Freitas e Castro (2012), o método LSF (Light Steel Frame) consiste em construções com perfis em aço galvanizado com menor espessura formado a fio. Sendo uma ótima opção para o avanço na construção, pois apresenta rapidez na execução, flexibilidade e sustentabilidade. A seguir, serão apresentadas informações sobre o método construtivo mais comum e atual (alvenaria convencional) bem como a alternativa apresentada LSF.

2.1 Alvenaria convencional

Alvenaria convencional é identificada como um conjunto de instrumentos sobrepostos (blocos, tijolos) colados com argamassa para criar formas verticais (Fig. 2). Também é conhecida como alvenaria de vedação, por ser utilizada como forma de vedar a estrutura, no entanto, não possui função estrutural. A carga estrutural se distribui nas lajes, vigas, pilares e fundação, deixando para o conjunto de blocos a função de fechar a estrutura, bem como a de separar os ambientes.

Figura 2 – Assentamento de Alvenaria

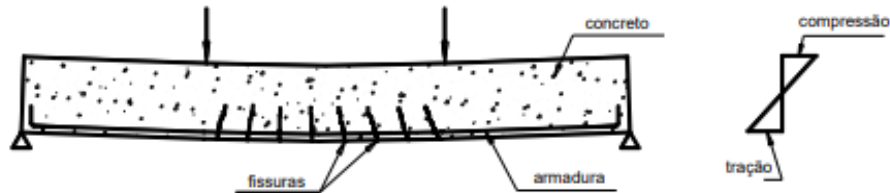


Fonte: JZ ENGENHARIA (2018).

Na cidade em estudo, Lavras - MG, a alvenaria convencional é comumente utilizada aliada ao concreto armado, que se faz presente nos elementos que recebem função estrutural. O concreto armado se dispõe da junção entre o aço e o concreto, materiais que possuem semelhante coeficiente de dilatação. Junto a isso, Dixini (2018) ressalta que, o concreto

apresenta boa resistência a compressão, mas baixa resistência à tração e o aço absorve tais esforços de tração não suportados pelo concreto, tornando a união dos dois favorável (Fig. 3).

Figura 3 - Viga em concreto armado.



Fonte: 3ES ENGENHARIA (2016).

De acordo com Dixini (2018), com o avanço da tecnologia, se faz necessária uma maior agilidade e maior eficiência na construção. Dessa forma, o sistema construtivo convencional apresenta falhas, uma vez que é caracterizado pela baixa produtividade. Alguns pontos a serem ressaltados são a qualidade dos materiais empregados, deficiência na execução e o grande desperdício de materiais.

Dixini (2018) também afirma que a construção civil traz diversos benefícios à sociedade e que os erros empregados podem ser corrigidos utilizando novas alternativas de projeto e execução. Além disso, a autora cita o método LSF como um método construtivo mais viável economicamente em comparação a alvenaria convencional em concreto armado.

2.1.1 Vantagens e desvantagens

Alves (2015) cita como principais vantagens do método convencional de construção a resistência ao fogo, durabilidade superior a cem anos (sem proteção e manutenção), poucas limitações de projeto, esquadrias de tamanhos fora do padrão, possibilidade de reformas e bom isolamento térmico e acústico.

Os autores também citam como desvantagens, técnicas construtivas improvisadas, deficiência na qualidade dos materiais e na execução, retrabalho para recortes nas paredes para parte hidráulica e elétrica, revestimentos adicionais para chegar a uma textura lisa, geração de resíduos excessiva, algumas matérias primas não-renováveis, produção lenta e a necessidade de maiores quantidades de mão de obra, que muitas das vezes não são qualificadas (ALVES, 2015; SANTOS, 2013).

2.2 Light steel frame

Como dito anteriormente, existem falhas na construção convencional, implementando a necessidade de novos métodos mais eficazes e ágeis, como é o caso do LSF, uma tecnologia que utiliza de peças pré-fabricadas. De acordo com Inocenti e Beretquini (2018), o método utiliza perfis com peso mais baixo e elementos de fechamento mais leves em relação ao método construtivo convencional (Fig. 4).

Figura 4 - Obra sendo feita utilizando *Light Steel Frame*.



Fonte: IBDA FÓRUM DA CONSTRUÇÃO.

2.2.1 Histórico

De acordo com Krieger & Cardoso (2018), no século XIX surgiu a necessidade de um sistema construtivo que obedecesse aos conceitos de velocidade, praticidade e produtividade, por conta do crescimento populacional, além de utilizar materiais que estivessem disponíveis no local.

A tecnologia predominante a época era o Wood Frame e segundo Krieger & Cardoso (2018) este é um sistema construtivo composto por perfis de madeira que formam painéis leves. Entretanto, o custo da madeira subiu cerca de 80% na transição das décadas de 80 e 90 o que resultou em olhares para uma nova técnica construtiva. Dessa forma, o aço, recurso abundante após a Segunda Guerra Mundial, foi o material escolhido.

Segundo Castro & Freitas (2006), surge-se então, o método conhecido LSF, o qual demonstrou diversos benefícios, como resistência e eficiência frente a madeira.

Contudo, os estudos com utilizando o LSF, de acordo com Castro e Freitas (2006), já eram realizados desde a década de 30. Seu primeiro protótipo foi apresentado em uma feira no ano de 1933 e já apresentava vantagens como resistência ao ataque de insetos, bem como durabilidade e resistência a abalos sísmicos.

2.2.2 Vantagens

O LSF é facilmente encontrado, devido a sua alta produção a frio. Além disso, é um material mais leve que resulta em menores cargas distribuídas na fundação, o que pode influenciar diretamente no custo da construção. Juntamente com menores cargas para a edificação, seu leve peso resulta em facilidade para transporte.

De acordo com Adorno e Ribeiro (2022), o seu uso na construção gera menor consumo de recursos da natureza, desperdícios de materiais e geração de resíduos, por ser considerada uma construção a seco.

Ainda pela vista sustentável, o aço é um material reciclável o que reduz seus danos a natureza. Sendo o material responsável por um bom desempenho termoacústico, facilidade nas instalações elétricas e hidro sanitárias, e maior segurança contra incêndios (ADORNO & RIBEIRO, 2022).

2.2.3 Desvantagens

Por se tratar de um sistema de construção não bem conhecido, ainda existe o preconceito a respeito da sua utilização e na falta de mão de obra especializada para que a obra ocorra de forma regular. Além disso, Adorno e Ribeiro (2022) afirmam que o custo do material é mais elevado em relação a alvenaria convencional.

2.2.4 Métodos de construção

Apesar do LSF apresentar como material base o aço, existem diferentes formas para ele se concretizar numa edificação.

2.2.4.1 Método Stick

É o método mais antigo do mercado de LSF, de acordo com Pedroso; Franco; Basso; Bombonato (2014) esse método consiste em todos os elementos construtivos serem feitos no local (Fig. 5). É muito utilizado em construções que não têm locais disponíveis para a pré-fabricação.

Figura 5 - Montagem do painel pelo método “Stick”



Fonte: Castro & Freitas (2006)

2.2.4.2 Construção modular

É o método mais completo. Consiste em todas as partes serem pré-fabricadas e já entregues com seus acabamentos (Fig. 6).

Figura 6 - Montagem do painel pelo método “modular”.



Fonte: SAN LUCAS.

2.2.4.3 Método por painéis

Se constitui por alguns módulos pré-fabricados e montados no local da obra (Fig. 7). Esse método resulta em curto prazo de entrega da obra, devido à rápida montagem dos elementos.

Figura 7 - Montagem do painel pelo método “modular”.



Fonte: MAIS CONTROLE (2023).

2.2.5 Arquitetura

Segundo o raciocínio de Lima (2013), o método LSF pode ser utilizado em edificações residenciais ou de uso não residencial. Conta com a possibilidade de construir vãos de até 12 m e devido a seu leve peso é permitido em construções de até 5 pavimentos.

Os processos de acabamento, como pintura e revestimento, são feitos como em qualquer construção habitual.

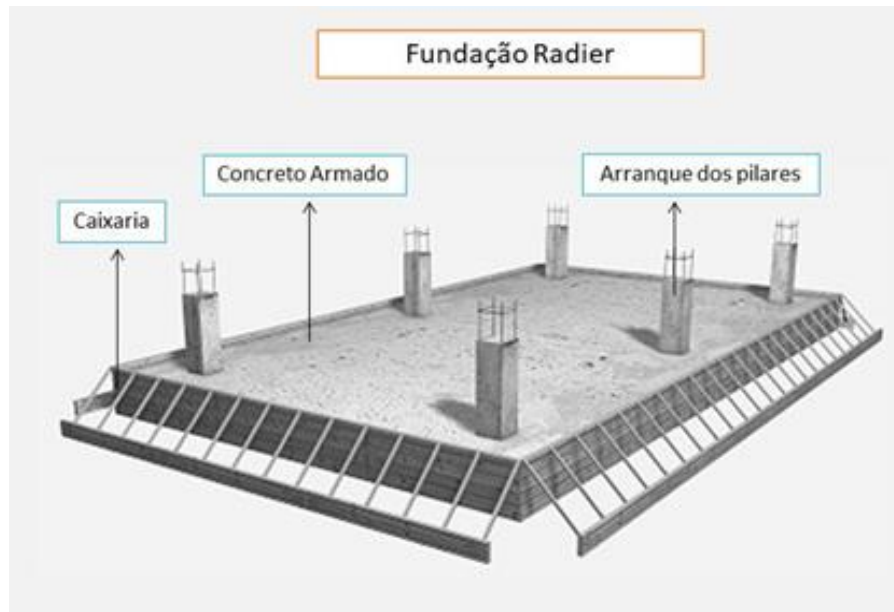
2.2.6 Processos construtivos

2.3 Fundações

Devido ao baixo peso dos perfis que constituem o sistema LSF, Inocenti e Bertequini (2018) cita que as fundações são menos solicitadas, o que reduz as dimensões da mesma e consequentemente, no menor custo da obra. Arelado a isso, Adorno & Ribeiro (2022) dizem que as fundações mais indicadas são o radier e a sapata corrida.

O radier (Fig. 8) é a fundação mais utilizada, sendo uma laje contínua que distribui as cargas para o meio externo. Ele possibilita que as passagens para as instalações elétricas e hidráulicas comecem antes do início da concretagem.

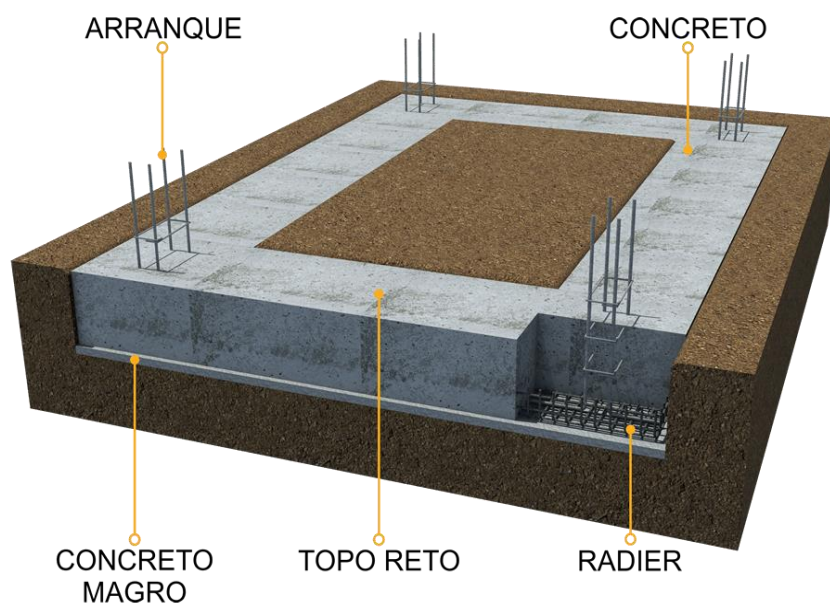
Figura 8 - Fundação radier.



Fonte: NELSOSHCHNEIDER (2020).

A sapata corrida (Fig. 9) é constituída de vigas de concreto armado, blocos de concreto ou alvenaria, são indicadas para construções que necessitam de carga contínua (paredes portantes).

Figura 9 - Fundação em sapata corrida.



Fonte: CONSTRUINDO CASAS (2021).

2.4 Painéis

Segundo Adorno e Ribeiro (2022), os painéis formam as estruturas do LSF (Light Steel Frame) e podem exercer função de vedação bem como estruturais, sendo na última necessário resistir a esforços verticais e horizontais.

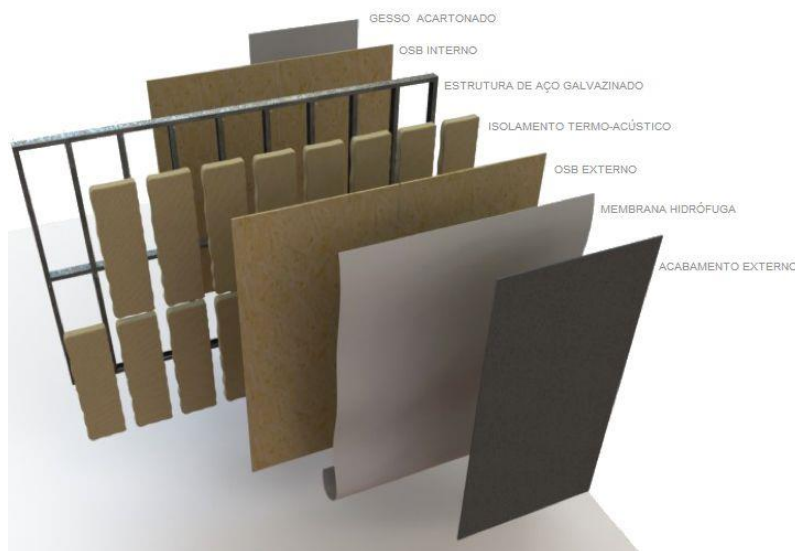
Muitas vezes, o esqueleto estrutural formado por guias e montantes não suporta todas as cargas da estrutura, sendo necessário adicionar sistemas de reforço.

2.5 Fechamentos

Os fechamentos dos painéis de aço galvanizado necessitam conter isolantes termoacústicos, placas cimentícias, gesso acartonado e acabamentos para garantir um funcionamento completo da construção.

De acordo com Inocenti e Beretquini (2018) os elementos de vedação precisam resistir a condições adversas, como ventos e terremotos. Campos (2014) apresenta como os fechamentos mais utilizados as placas OSB (*Oriented Strand Board*) estruturais, placas cimentícias e placas de gesso acartonado. A **Figura 10** demonstra a composição de uma parede construída pelo método LSF.

Figura 10 - Componentes das paredes do *Light Steel Frame*.



Fonte: SIMORARDIA (2021).

2.6 Membrana hidrófuga

Segundo Campos (2014), as membranas hidrófugas ou barreiras impermeáveis à água e permeáveis ao vapor são artefatos encontrados para proteger a construção em LSF de agentes como poeira, água, vento, calor e acúmulo de umidade.

Coelho (2014) explica que essas membranas formadas em sua totalidade por polietileno, que além de poderem ser recicladas, são muito duráveis e resistentes. Diz também, que apesar de impedir a entrada de água, o material externo possibilita a saída em forma de vapor, o que assegura a correta ventilação dos fechamentos. A **Figura 11** mostrada a seguir apresenta o material da fabricante Typar.

Figura 11 – Membrana hidrófuga fabricante Typar.



Fonte: ARQPLAQ.

2.7 Instalações

Segundo Campos (2014), as instalações elétricas e hidráulicas devem ser de fácil execução. Os eletrodutos e tubulações são passados através de furos nas paredes metálicas ou aberturas já existentes na estrutura.

A maior vantagem no LSF nas instalações é a menor produção de entulhos, pois não necessita de grandes cortes nas paredes, como são feitos na alvenaria convencional.

O sistema LSF permite a alteração nas instalações e sua facilidade vem a partir do conjunto de parafusos que possibilitam abrir as paredes, consertar e fechá-las novamente.

2.8 Lajes

Inocenti & Bertequini (2018) dividem as lajes desse sistema em laje seca e laje úmida. Na laje seca, parafusa-se nas vigas de piso placas rijas que podem servir como contrapiso e na laje úmida o concreto é utilizado para preencher uma forma de aço, podendo também receber o nome de laje mista de aço.

2.9 Coberturas

As coberturas utilizadas no LSF são iguais aos métodos convencionais e se diferem nas estruturas, as quais no LSF são feitas de aço galvanizado e na alvenaria convencional podem

também ser feitas de madeira. As telhas utilizadas, também são as comuns, como cerâmicas, metálicas e asfálticas.

2.10 Custos da obra

O valor final de uma obra é um ponto decisivo na escolha do método construtivo que será utilizado. Apesar de existirem muitos estudos comparativos entre o método convencional e o LSF, ainda existem bastante divergências nesse ponto.

Monteiro e Santos (2015) ao analisarem os custos por etapas de uma unidade básica de saúde, concluíram que para a infraestrutura o LSF apresentou vantagem de 42%, podendo essa vantagem ser dada a significativa quantidade de uso e desperdício de materiais como concreto, aço e madeira que são usados na fundação para suportar o grande peso da construção.

Monteiro e Santos (2015) também dizem que quando o foco é a superestrutura o custo dos painéis, dos perfis metálicos e da mão de obra colocam o LSF em desvantagem. Desvantagem essa que pode ser compensada devido ao baixo custo dos revestimentos, pois as placas de vedação já vêm prontas para a pintura, dispensando práticas do sistema convencional como reboco, emboço e chapisco.

Segundo Penna (2009) um ponto importante na análise comparativa entre os métodos é o tempo de execução de obra, podendo ele significar uma redução de pelo menos 30% nas despesas indiretas. O autor afirma que dos custos relativos à cadeia de produção do LSF, os materiais são responsáveis por 75% e a mão de obra por apenas 25%, o que acarreta o sistema ser menos dependente da mão de obra que os sistemas convencionais.

Dixini (2018) ao analisar uma edificação na cidade de Três Pontas - MG chegou a uma diferença de custos entre os dois métodos de 15%, sendo a alvenaria convencional o de menor valor, no entanto a autora não levou em conta o tempo de execução de obra.

Borges & Crebaldi (2019), realizaram seu estudo em cima de habitações populares e concluíram que o custo total para o LSF foi de 15,75% mais alto que o do sistema convencional. Sendo que os materiais ficaram 43,18% mais caros e a mão de obra 20,35% mais barata, isso devido ao tempo de construção que chega a ser metade do tempo é necessário para o método convencional.

2.10.1 Normas

Pedroso; Franco; Basso; Bombonato (2014) ressaltam a importância de seguir as normas para esse processo construtivo, ele cita alguns, como:

ABNT NBR 7400/2009 – Galvanização de Produtos de Aço ou Ferro Fundido por Imersão à Quente;

ABNT NBR 7397/2007 – Produção de Aço ou Ferro Fundido Revestido de Zinco por Imersão à Quente;

ABNT NBR 7008/2003 – Chapas e Bobinas de Aço Revestidas com Zinco ou com Liga Zinco-Ferro Pelo Processo Contínuo de Imersão à Quente;

ABNT NBR 14762 – Dimensionamento de Estrutura de Aço;

ABNT NBR 15575-1 – Edifícios habitacionais de até Cinco Pavimentos- Desempenho.

2.10.2 Tabela SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI (CAIXA, 2023), de acordo com o IBGE do ano de 2021, tem o intuito de informar índices mensais de custos relacionados a construção civil. Além dos serviços, insumos e mão de obras, ela também disponibiliza um preço estimado de máquinas e equipamentos.

De acordo com Rezende e Souza (2021), para auxiliar na construção do orçamento da construção civil, existem planilhas de referências, para cada estado, como é o caso da tabela SINAPI, que disponibiliza custeios de serviços, insumos e mão de obra.

2.10.3 Outras tabelas

Além da SINAPI existem diversas tabelas, entre as usadas no presente trabalho estão as tabelas SEINFRA-CE, EMOP-RJ e SETOP-MG que são ferramentas utilizadas para auxiliar no planejamento, gerenciamento e execução de obras públicas nos estados do Ceará, Rio de Janeiro e Minas Gerais, respectivamente.

A tabela SEINFRA-CE é uma tabela de preços unitários utilizada pela Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará para orçamentos de obras públicas. Ela é composta por uma relação de serviços e insumos necessários para a execução das obras, bem como seus respectivos preços unitários. A tabela é atualizada periodicamente, com o objetivo de refletir as mudanças nos custos dos insumos e serviços.

A tabela EMOP-RJ é uma tabela de custos unitários utilizada pela Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro para a elaboração de orçamentos e contratações de obras públicas. Ela é composta por uma lista de serviços e insumos necessários para a execução das obras, acompanhados dos seus respectivos preços unitários e composições de custos. A tabela é atualizada anualmente para refletir as variações dos custos dos insumos e serviços.

Já a tabela SETOP-MG é uma tabela de custos e referência de preços utilizada pela Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas de Minas Gerais. Ela é composta por uma lista de serviços e insumos necessários para a execução das obras, acompanhados dos seus

respectivos preços unitários e composições de custos. A tabela é atualizada mensalmente para refletir as variações dos custos dos insumos e serviços.

2.10.4 INCC

O Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) é um indicador econômico que mede a variação dos custos dos materiais, mão de obra e serviços utilizados na construção civil. Ele é calculado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e serve como referência para reajustes de contratos de obras e para estimativas de custos de novas construções.

Um estudo recente que utiliza o INCC como indicador econômico é o trabalho de pesquisa de Mendes, Borges e Santos (2021) que analisou a relação entre o INCC e o mercado imobiliário brasileiro. Os autores concluíram que o INCC tem influência sobre o preço dos imóveis, sendo um dos principais fatores que afetam o mercado imobiliário no país.

Outro trabalho interessante é o de Ferreira, Silva e Rocha (2020), que utilizou o INCC para analisar a relação entre a inflação e o mercado imobiliário brasileiro. Os autores concluíram que o INCC é um dos principais fatores que influenciam a inflação no setor imobiliário, uma vez que os preços dos materiais e serviços utilizados na construção civil têm grande peso na formação do preço final dos imóveis.

Além disso, o INCC também é utilizado como referência para reajustes de contratos de obras públicas e privadas, sendo um indicador importante para a tomada de decisão de investidores e construtoras. Um exemplo de sua aplicação na prática é o estudo de Vasconcelos, Cervieri e Cunha (2021), que analisou o impacto do reajuste do INCC sobre os custos da construção de um edifício residencial em Fortaleza. Os autores concluíram que o reajuste do INCC tem um grande impacto sobre os custos de construção, sendo necessário um planejamento adequado para minimizar seus efeitos.

Em resumo, o INCC é um indicador econômico importante para a construção civil e para o mercado imobiliário brasileiro, sendo utilizado como referência para reajustes de contratos, estimativas de custos e análise de mercado. Diversos estudos científicos têm explorado a relação entre o INCC e diferentes aspectos do setor imobiliário, demonstrando sua relevância para a tomada de decisão de investidores, construtoras e demais agentes envolvidos no mercado.

3 MATERIAIS E METÓDOS

No presente tópico serão apresentados os métodos e instrumentos necessários para o desenvolvimento do trabalho. Tendo em vista que o objetivo deste é a análise da viabilidade técnica e econômica do método LSF para o prédio das engenharias da Universidade Federal de Lavras – MG (UFLA), representado na Fig. 12, sendo este construído pelo método convencional, utilizando concreto armado e com fechamento em alvenaria e que apresenta uma área construída de 11.042,95 m².

Figura 12 - Imagem 3D do projeto do prédio das engenharias da UFLA.



Fonte: Acervo Universidade Federal de Lavras.

Na Fig. 13, é apresentado de forma sucinta os cinco principais passos para o desenvolvimento do trabalho, sendo eles estudo de caso do projeto existente, levantamento de custos para o LSF, uso de tabelas de custos e do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC), para obter os custos do método convencional atualizados, análise da produtividade, comparação entre os dois métodos e por fim conclusão sobre a viabilidade ou não do método em foco.

Figura 13 - Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.



Fonte: Das autoras (2023).

3.1 Estudo de caso

Quanto ao processo de desenvolvimento, inicialmente foi feito o estudo de caso e análise documental, do prédio com quatro andares e área total construída de 11.042,95 m² inaugurado em setembro de 2019, através de visitas e estudo dos projetos, planilhas e documentos disponibilizados pela Universidade.

Os documentos disponibilizados contemplam partes fundamentais para o desenvolvimento do presente trabalho, uma vez que trazem desde planilhas quantitativas e orçamentárias, até os projetos estruturais, arquitetônico e imagens 3D.

Além do prédio, existe também um galpão anexo ao prédio (Laboratório de Estruturas), este não entrou nas análises.

3.2 Entrevista

A fim de buscar experimentação da obra em foco foi realizada uma entrevista com o responsável pelos projetos e acompanhamento da mesma, Giovani Salomão Teixeira, arquiteto e urbanista, atual projetista da UFLA, a fim de conhecer os desafios e facilitações do método convencional, como se deu o andamento da obra e o que poderia ser evitado ou agravado pelo LSF.

Nessa etapa foram abordados assuntos relacionados a experiência profissional do responsável pela obra e principalmente sobre o seu contato ou não com o método em estudo. Buscou-se entender o motivo de ter escolhido o método convencional, quais as dificuldades e facilitações que ele trouxe. Além disso, o foco foram os acontecimentos no decorrer da obra, como atrasos e alterações no orçamento inicial.

3.3 Orçamentos

Nesta parte da metodologia será detalhado com será feito a obtenção dos orçamentos para o método LSF e a atualização dos custos para o método convencional.

A tabela SINAPI foi uma ferramenta importante nesta pesquisa, uma vez que permite estimar custos como dos de materiais, mão de obra e equipamentos, sendo esses atualizados pela Caixa Econômica Federal e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). “A soma dos produtos dos quantitativos por suas composições unitárias resulta no custo total do projeto” (AVILA; LIBRELOTTO e LOPES, 2003, p.18). O software Excel foi usado para calcular os custos diretos do métodos.

Alguns itens não encontrados na tabela SINAPI, foram retirados de outras tabelas, ou substituídos por outros itens também da tabela SINAPI que se referiam a mesma parte da construção, isso porque a tabela sempre é atualizada, o que pode levar a itens que existiam em 2013 não estarem mais inclusos nas tabelas de 2023 ou terem seus códigos e nomes atualizados.

Para o método convencional, partiu-se dos quantitativos disponibilizados pela universidade do ano de 2013, tirada da planilha elaborada pela Visual Construtora responsável pela execução da obra com base na tabela SINAPI para o mês de julho do ano de 2013, disponibilizada pela universidade.

O orçamento disponibilizado na planilha citada anteriormente chega a um valor total de R\$ 8.559.703,31, totalizando um custo por metro quadrado de R\$651,36, valores esses que incluem desde a fundação, até os acabamentos e instalações elétricas, hidráulicas, entre outros.

Como a maior parte desses itens não serão considerados no orçamento do LSF, a planilha foi fragmentada destacando apenas os custos de alvenaria, estrutura, cobertura e revestimento.

Demais elementos da construção, tais como instalações elétricas, hidráulicas, de gás e ar-condicionado não foram tratados na presente pesquisa, podendo ser objeto de estudo em outros trabalhos.

A fim de comparar o valor encontrado pelas tabelas, o INCC (Índice Nacional de Custo de Construção) também foi utilizado para a atualização dos custos, utilizando seus valores acumulados desde 2014 até 2023 pelo site IDINHEIRO (2023) e multiplicando pelo valor do orçamento antigo, para que assim fosse possível visualizar se as tabelas estavam fornecendo valores coerentes e equivalentes.

3.3.1 Alvenaria e fechamento

Para que fosse possível atualizar os valores gastos para o prédio, considerando somente as vedações internas e externas, para o método da alvenaria convencional foi usado o fragmento da planilha orçamentária da construtora Visual para o ano de 2013 mostrado na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Fragmento da tabela de materiais referente a alvenaria e fechamentos.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO FINAL (UNIT.) (R\$)	PREÇO FINAL (TOT.) (R\$)
VERGA RETA Moldada No Local Com Fôrma De Madeira Considerando 5 Reaproveitamentos, Concreto Armado Fck = 13,5 Mpa, Controle Tipo "B"	m ²	38,13	1733,32	66091,49
Tela Tipo Deployee Para Reforço De Alvenaria	m ²	6760,59	2,61	17645,14
Alvenaria Em Tijolo Cerâmico Furado 9x19x19cm, 1 Vez (Espessura 19 Cm), Assentado Em Argamassa Traço 1:4 (Cimento E Areia Media Não Peneirada), Preparo Manual, Junta 1 Cm	m ²	15870,50	60,96	967465,68
Encunhamento (Aperto De Alvenaria) Em Tijolos Cerâmicos Maciços 5x10x20cm 1 Vez (Espessura 20cm), Assentado Com Argamassa Traço 1:6 (Cimento e Areia)	m	3755,88	23,86	89615,30
DIVISÓRIA Estruturada Em Perfil De Aço Duplo, Com Paineis Em Laminado Melamínico E Miolo Maciço Semiacústico E Incombustível, E=35mm	m ²	54,18	43,32	2347,08
Para Parede Interna, Fechamento Em Gesso Acartonado Para Ambiente Seco, Espaçamento Entre Os Perfis Verticais De 40 Cm - Pavimento Térreo	m ²	231,66	68,49	15866,39
TOTAL:			R\$ 1.159.031,08	

Fonte: Acervo UFLA (2013).

Partindo dos quantitativos apresentados na **Tabela 1** foi possível apenas alterar o custo unitário para o valor atualizado, usando a tabela SINAPI referente a dezembro de 2022, e assim obter valores mais próximos da realidade atual e mais coerentes para a comparação com o custo do LSF.

Para o método LSF, não foi possível usar a tabela devido às complexidades que foram encontradas na definição dos materiais necessários e posteriormente na definição dos custos deste tipo de sistema. A solução encontrada, foi a partir dos projetos já existentes, solicitar orçamentos com diferentes empresas, chegando à uma média do valor por metro quadrado e posteriormente multiplicado este valor pela metragem total do prédio.

3.3.2 Estrutura

A estrutura original do prédio, como anteriormente dito foi feita em concreto armado, a **Tabela 2** mostra o orçamento inicial dessa parte da construção, e foi retirada da planilha orçamentária feita pela Visual Construtora responsável pela execução da obra com base na tabela SINAPI no mês de julho do ano de 2013.

Tabela 2 - Fragmento da tabela de materiais e mão de obra referente a estrutura.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO FINAL (UNIT.) (R\$)	PREÇO FINAL (TOT.) (R\$)
Execução De Cimbramento Para Escoramento De Formas Elevadas De Madeira (Lajes E Vigas), Acima De 3,30 M De Pé Direito, Com Pontaletes (8,0 X8,0 Cm) De Madeira De Lei 1a Qualidade E Pecas De Madeira De 2,5 X 10,0 Cm De 2a Qualidade, Não Aparelhada	m³	1705,80	29,06	49570,55
Escoramento Formas H=3,50 A 4,00 M, Com Madeira De 3a Qualidade, Não Aparelhada, Aproveitamento Tabuas 3x E Prumos 4x.	m³	1705,80	13,99	23864,14
Forma Para Estruturas De Concreto (Pilar, Viga E Laje) Em Chapa De Madeira Compensada Plastificada, de 1,10 X 2,20, Espessura = 12 Mm, 08 Utilizações. (Fabricação, Montagem E Desmontagem - Exclusive Escoramento)	m²	9646,00	23,57	227356,22
Armação Aço Ca-50 Diam.16,0 (5/8) À 25,0mm (1) - Fornecimento/ Corte (Perda De 10%) / Dobra / Colocação	kg	11457,00	6,17	70689,69
Armação Aço Ca-50, Diam. 6,3 (1/4) À 12,5mm (1/2) - Fornecimento/ Corte (Perda De 10%) / Dobra / Colocação.	kg	62105,00	7,08	439703,40
Armação De Aço Ca-60 Diam. 3,4 A 6,0mm. - Fornecimento / Corte (C/Perda de 10%) / Dobra / Colocação.	kg	12354,00	7,56	93396,24
Laje Pré-molda Beta 12 P/3,5kn/M2 Vão 4,1m Incl Vigotas Tijolos Armadura Negativa Capeamento 3cm concreto 15mpa Escoramento Materiais E Mao De Obra	m²	4112,81	90,57	372497,20
LAJE PRÉ-FABRICADA Treliçada Para Piso Ou Cobertura, Intereixo 50 Cm, E=20 Cm (Capeamento 4 Cm E Elemento De Enchimento 16 Cm)	m²	5320,00	95,77	509496,4
LAJE PRÉ-FABRICADA Treliçada Para Piso Ou Cobertura, Intereixo 50 Cm, E=30 Cm (Capeamento 5 Cm E Elemento De Enchimento 25 Cm)	m²	410,00	125,68	51528,80
Concreto Usinado Bombeado Fck=20mpa, Inclusive Lançamento E Adensamento	m³	33,80	441,60	14926,08
Concreto Usinado Bombeado Fck=30mpa, Inclusive Lançamento E Adensamento	m³	1672,00	510,77	854007,44
Contrapiso/Lastro Concreto 1:3:6 S/Betoneira E=5cm	m²	5027,82	23,92	120265,4544
Contrapiso Em Argamassa Traço 1:3 (Cimento E Areia), Interno Sobre Laje, Aderido, Espessura 2,5cm, Preparo Mecânico	m²	6651,05	24,29	161554,0045
Regularização De Piso/Base Em Argamassa Traço 1:0,5:5 (Cimento, Cal E Areia), Espessura 2,5cm, Preparo Mecânico	m²	11678,9	13,98	163270,6026
TOTAL:			R\$ 3.152.126,22	

Fonte: Acervo UFLA (2013).

Recapitulando as informações do referencial teórico, os painéis do sistema do LSF além de servirem para dar suporte aos fechamentos, também são a estrutura da obra. Portanto, essa parte entrou nos orçamentos passados pelas empresas e será comparada com o somatório das estruturas e fechamentos do método convencional.

3.3.3 Laje e cobertura

Como os orçamentos para o LSF já incluem laje seca, a estrutura da cobertura, impermeabilização e forros, os valores para o método convencional serão considerados, sendo que as lajes já estão inclusas na tabela referente a estrutura.

A **Tabela 3** mostra o orçamento inicial referente a estrutura da cobertura da construção, e foi retirada feita pela Visual Construtora responsável pela execução da obra com base na tabela SINAPI no mês de julho do ano de 2013, da construtora Visual.

Tabela 3 - Fragmento da tabela de materiais referente a estrutura da cobertura.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO FINAL (UNIT.) (R\$)	PREÇO FINAL (TÓT.) (R\$)
Fabricação e instalação de estrutura pontalexada de madeira não aparelhada para telhados com até 2 águas e para telha ondulada de fibrocimento, metálica, plástica ou termoacústica, incluso transporte vertical. Af_12/2015	m ²	5600,00	11,38	63728,00
Cobertura com telha de fibrocimento estrutural largura útil 49cm ou 44 cm, incluso acessórios de fixação e vedação, excluindo madeiramento	m ²	4000,00	65,63	262520,00
COBERTURA com telha termoacústica, perfil trapezoidal, e=30 mm, altura 70 mm, largura útil 1000 mm e largura nominal 1056 mm	m ²	1200,00	124,92	149904,00
Impermeabilização de superfície com manta asfáltica protegida com filme de alumínio gofrado (de espessura 0,8mm), inclusa aplicação de emulsão asfáltica, e=3mm	m ²	20,49	63,03	1291,48
FORRO DE GESSO acartonado fixo, monolítico, aparafusado em perfis metálicos espaçados a 0,60m, suspensos por pendurais rígidos reguláveis, espaçados a cada 1,00 m (espessura: 12,5 mm)	m ²	736,42	75,79	55813,27
TOTAL:			R\$	533.256,76

Fonte: Acervo UFLA (2013).

3.3.4 Revestimento

Recapitulando o referencial teórico, os fechamentos do LSF já vêm lisos e preparados para a pintura, além disso já possuem proteção térmica e acústica, portanto esses elementos entrarão na análise comparativa de custos entre os métodos.

A **Tabela 4** mostra o orçamento inicial referente a laje e cobertura da construção, e foi retirada da planilha feita pela Visual Construtora responsável pela execução da obra com base na tabela SINAPI no mês de julho do ano de 2013.

Tabela 4 - Fragmento da tabela de materiais referente a revestimento.

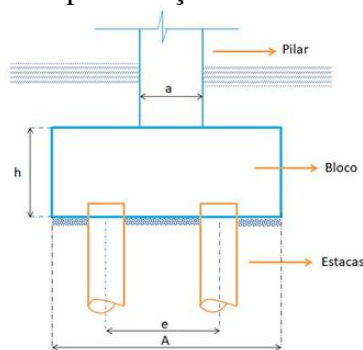
DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	PREÇO FINAL (UNIT.) (R\$)	PREÇO FINAL (TOT.) (R\$)
Revestimento De Gesso Em Paredes Internas/Teto, Espessura 0,7cm	m ²	10224,54	15,46	158071,39
Chapisco Traço 1:3 (Cimento E Areia Media), Espessura 0,5cm, Preparo Mecânico Da Argamassa	m ²	31802,17	7,81	248374,95
Emboco Paulista (Massa Unica) Traço 1:2:8 (Cimento, Cal E Areia Media), Espessura 1,5cm, Preparo Mecânico Da Argamassa	m ²	703,56	17,11	12037,91
Reboco Com Argamassa Pré-fabricada, Espessura 0,5cm, Preparo Mecânico Da Argamassa	m ²	31059,06	14,97	464954,13
Requadro 7x2cm Para Vãos De Esquadrias, Argamassa Traço 1:4 (Cimento E areia Média), Preparo Manual	m ²	1547,76	34,67	53660,84
Isolamento Térmico Com Manta De La De Vidro, Espessura 2,5cm	m ²	694,98	64,07	44527,37
TOTAL:				R\$ 981.626,58

Fonte: Acervo UFLA (2013).

3.4 Fundação

A fundação usada na obra em foco foi a de blocos com estacas pré-moldadas similar a Figura 14. No entanto seria incoerente usar esse mesmo tipo para a obra em LSF, uma vez que para esse método tem-se como resultado uma construção mais leve e que conseqüentemente necessita de estruturas e fundações menos robustas.

Figura 14 - Ilustração com a representação de um bloco com estaca pré-moldada.



Fonte: Schneider (2020).

Segundo Adorno e Ribeiro (2022) as fundações mais indicadas para o LSF são o radier e a sapata corrida, sendo possível através do cálculo estrutural indicar qual a melhor opção.

Para fazer uma precificação mais próxima da realidade dessa parte da estrutura seria fundamental uma análise complexa e demorada de todo sistema estrutural, para saber as cargas que chegam à fundação e assim definir os materiais necessários e posteriormente seu custo, sem contar que devido as grandes dimensões do prédio em estudo. Esse processo seria ainda mais demorado, tendo que levar em consideração juntas de dilatação e divisão do radier. Portanto, por limitações de tempo, essa parte não será considerada no comparativo, podendo servir como estudo de trabalhos posteriores.

3.5 Tempo de execução

O tempo de execução de uma obra é um ponto muito importante quando se trata de comparação entre dois métodos em estudo. Para que fosse possível estimar o tempo gasto para cada um dos métodos foram utilizadas duas tabelas, sendo a **Tabela 5** relativa ao sistema convencional e a **Tabela 6** ao LSF, apresentadas a seguir:

Tabela 5 - Produtividade do sistema de alvenaria convencional.

Descrição	Homem hora/m ²
Armadura (m corrido)	0,40
Formas para concreto	4,00
Alvenaria de Tijolo Cerâmico	2,10
Chapisco	0,50
Emboço	1,71
Montar estrutura para cobertura	0,29
Total (homem hora/m²)	9,00

Fonte: Adaptada pelas autoras de KRIEGER & CARDOSO (2018).

Tabela 6 - Produtividade do sistema *Light Steel Frame*.

Descrição	Homem hora/m ²
Montar a estrutura de aço	0,25
Fechar com Painel OSB	0,85
Fechar com placas cimentícias	0,22
Isolar com lã de vidro	0,42
Instalar membrana hidrófuga	0,06
Fechar com gesso acartonado	0,85
Montar estrutura para cobertura	0,26
Total (homem hora/m²)	2,91

Fonte: Adaptada pelas autoras de KRIEGER & CARDOSO (2018).

A partir destas tabelas e da metragem total do prédio, devido ao tamanho considerável da construção, supôs-se que seria necessária uma equipe com vinte homens, trabalhando por oito horas diárias, chegando assim aos valores de dias necessários de trabalho para cada sistema.

3.6 Viabilidade técnica e econômica

Por fim, os dados foram tratados e apresentados em gráficos e quadros comparativos, a fim de cumprir o objetivo inicial. Tendo essa etapa consolidada, teve-se fundamento suficiente para chegar a uma conclusão coerente sobre a viabilidade ou não do LSF. Cada uma das etapas foi de suma importância para que esta pesquisa fosse realizada.

Desta forma, para este trabalho, além de análises dos documentos disponibilizados do método construtivo original do prédio, foi necessário realizar pesquisas de custos, para ambos os métodos, para chegar à conclusão da viabilidade ou não do LSF. Em resumo, a sequência do estudo se deu da seguinte maneira:

- Estudo de caso com pesquisa em campo no prédio finalizado.
- Entrevista com o responsável pelos projetos do prédio – documentada e apresentada no ANEXO A desse trabalho.
- Estudo da documentação – projetos, orçamentos, documentos, disponibilizados pela Universidade do prédio das engenharias da UFLA. Com foco nos gastos e tempo de construção,
- Atualização do orçamento para a parte arquitetônica, estrutural, revestimento e cobertura do prédio pela tabela SINAPI e com auxílio de outras tabelas para itens não encontrados na SINAPI como as tabelas SETOP/MG, SEINFRA-CE e EMOP/RJ, a fim de facilitar e agilizar a pesquisa e ter uma base mais coerente de custos, comparando valores na mesma época.
- Atualização do orçamento antigo pelo INCC, para ter outra base de comparação, devido a itens do orçamento antigos não terem sido encontrados e por isso precisaram ser substituídos por novos itens, chegando a valores pouco próximos da realidade.
- Estudo do mesmo projeto, mas pelo método LSF, sendo necessário para este orçar o projeto com diferentes empresas especializadas para dessa forma chegar ao valor que supostamente seria gasto com material e mão de obra.
- Analisar a produtividade de cada sistema para posterior comparação.

Portanto, entende-se que por advir de um cenário real a metodologia quanto à finalidade foi aplicada, além disso por unir análises quantitativas e qualitativas se enquadra quanto à abordagem em metodologia quali-quantitativa. O objetivo foi de cunho exploratório, pois

pretendia proporcionar aos autores uma mais profunda compreensão sobre a problemática, apontado como pertinente para as etapas preliminares, em momentos em que a percepção do evento é limitada e o pesquisador não tem fundamento o bastante para elaborar hipóteses de pesquisa (COOPER & SCHINDLER, 2003).

4 RESULTADOS

4.1 Estudo de caso

A entrevista com o arquiteto e urbanista Giovani Teixeira, apresentada no Anexo A, foi um ponto importante para o estudo de caso, uma vez que o mesmo presenciou desde a concepção do projeto arquitetônico até sua execução. Além disso, o projetista nos levou a conclusões já esperadas quanto a pesquisa, baseado no referencial teórico da mesma.

O arquiteto e urbanista Giovani trouxe pontos importantes para a análise, como a escolha do método convencional não ter sido a primeira ideia dos projetistas, que disse ter tido discussões com os demais envolvidos no projeto buscando executar a obra em métodos construtivos mais leve, o que foi inviabilizado por fatores como empresas já contratadas pela universidade para executar prédios em concreto armado e dificuldade em orçar com precisão sistemas diferentes do convencional devido as limitações dos bancos de dados das tabelas SINAPI e SETOP, ou da demora para conseguir vários orçamentos detalhados, o que é uma exigência quando se trata de obras públicas. Dificuldades essas também encontradas pelas autoras durante o desenvolvimento do presente trabalho.

O arquiteto também apontou que as vantagens para o usuário final em se trabalhar com o método convencional são muito poucas, quando comparada com outros métodos e que o mesmo só é muito usado ainda por resistência da sociedade as novidades e falta de estímulo do governo para com os outros métodos. E finalizou dizendo que enxerga como única vantagem o fato de ser a mão de obra que temos disponível com facilidade.

Quando questionado sobre as dificuldades em se trabalhar com o método convencional, falou sobre o tempo de execução muito demorado, principalmente dentro das universidades, nas suas palavras:

“O tempo de execução de obra, acho que isso é um problema muito sério, aqui na universidade a gente sempre encontra esse problema, porque geralmente precisamos dos prédios muito rápido, porque o recurso chega de uma forma repentina e precisamos prestar contas, as pessoas precisam ocupar o prédio, e eu acho que isso acaba influenciando muito”.

Complementou dizendo que outro problema acarretado pelo método convencional são as patologias, causadas principalmente pelo método ainda ser um processo muito manual o que gera uma falta de controle de todo processo. Outro fator é o canteiro de obras, que é muito mais sujo, de difícil organização e com uma geração de resíduos muito grande.

Foi perguntado também sobre a execução da obra, sobre os atrasos, o entrevistado disse que existiram e que foram em torno de nove meses, e que isso não necessariamente se deve ao

método ou a empresa contratada, mas que certamente o sistema afeta e que outros métodos certamente seriam muito favoráveis para encurtar o prazo, e complementou dizendo:

“Mas a gente depende também do *know how* da empresa, então se a gente pega uma empresa que tem *know how*, que já tem uma estrada. Eu sei que as empresas que trabalham com *light steel frame* são empresas especializadas nisso, então, obviamente que isso já ajuda. Mas ainda assim existem empresas boas e ruins como qualquer outra área, então é difícil de responder”.

Para finalizar a entrevista, Giovani disse já ter trabalhado com o LSF fora da Universidade e orientando um trabalho de conclusão de curso similar a este em outra instituição. Disse também, que em sua experiência com este método profissionalmente, apesar de ser pequena dentro de todo o processo, do controle, da limpeza e da redução de resíduos, só o fez enxergar benefícios.

4.2 Orçamento

4.2.1 Tabelas de custo

Para o método convencional foram atualizados os custos envolvendo a estrutura de concreto, as vedações internas e externas, a cobertura e o revestimento atualizando os custos unitários para o mês de dezembro do ano de 2022, todos os itens foram somados na **Tabela 7**, apresentadas a seguir.

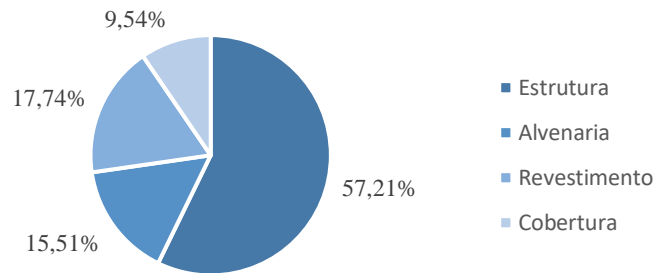
Tabela 7 – Valor final atualizado por tabelas para o método convencional.

ITEM	VALOR
Estrutura	R\$ 5.099.675,92
Alvenaria	R\$ 1.382.364,62
Revestimento	R\$ 1.581.306,90
Cobertura	R\$ 850.447,91
Total	R\$ 8.913.795,35

Fonte: Das autoras (2023).

A Figura 15 apresenta um gráfico representando por porcentagem a significância de cada componente da construção no valor final da obra atualizado pelas tabelas.

Figura 15 – Gráfico do custo referente a cada item convencional pelas tabelas.



Fonte: Das autoras (2023).

A fim de facilitar a comparação, também foi montado um quadro resumo com os valores finais do orçamento antigo da construtora Visual, apresentado na **Tabela 8**.

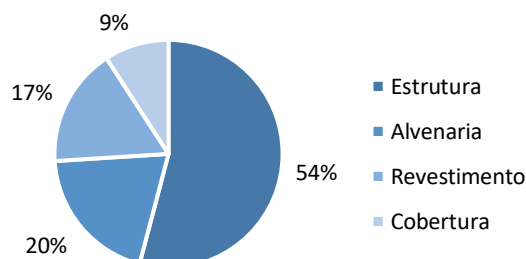
Tabela 8 – Orçamento inicial para o método convencional.

ITEM	VALOR
Estrutura	R\$ 3.152.126,22
Alvenaria	R\$ 1.159.031,08
Revestimento	R\$ 981.626,58
Cobertura	R\$ 533.256,76
Total	R\$ 5.826.040,64

Fonte: Das autoras (2023).

As tabelas referentes a cada item individualmente estão detalhadas nos próximos tópicos, indicando quais itens precisaram ser substituídos ou tirados de outras tabelas. A **Figura 16** apresenta um gráfico representando por porcentagem a significância de cada componente da construção no valor inicial da obra.

Figura 16 – Gráfico do custo referente a cada item convencional inicial.



Fonte: Das autoras (2023).

4.2.1.1 Alvenaria convencional

Para a alvenaria convencional o item apresentado na primeira linha da Tabela 9 não foi encontrado em metro quadrado, como apresentado na Tabela 1, só foi encontrado atualizado em metro, para transformar dividiu o valor em metro quadrado pela espessura de 0,2 m da verga. Já o penúltimo item só foi encontrado na tabela unificada SEINFRA-CE.

Tabela 9 – Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente a alvenaria.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	Preço atualizado desonerado 12/2022	PREÇO FINAL (UNIT.) (R\$)
Verga Moldada In Loco Em Concreto Para Janelas Com Mais De 1,5 M De Vão. Af_03/2016	m	38,13	131,98	5032,40
Tela Tipo Deployee Para Reforço De Alvenaria	m ²	6760,59	5,59	37791,70
Alvenaria De Vedação De Blocos Cerâmicos Furados Na Horizontal De 11,5x19x19 Cm (Espessura 11,5 Cm) E Argamassa De Assentamento Com Preparo Manual. Af_12/2021	m ²	15870,5	76,55	1214886,78
Fixação (Encunhamento) De Alvenaria De Vedação Com Tijolo Maciço. Af_03/2016	m	3755,88	24,3	91267,88
Divisória Painel Fibraroc, Montante/Rodapé Duplo, Perfil Em Aço - Fornecimento E Montagem	m ²	54,18	217,19	11767,35
Parede Com Placas De Gesso Acartonado (Drywall), Para Uso Interno, Com Duas Faces Simples E Estrutura Metálica Com Guias Simples, Sem Vãos. Af_06/2017_Ps	m ²	231,66	93,32	21618,51
TOTAL:				R\$ 1.382.364,62

Fonte: Das autoras (2023).

4.2.1.2 Estrutura

A **Tabela 10** referente a estrutura teve alguns itens do orçamento antigo substituído por um único item que incluía todos, outro problema encontrado na atualização dos valores referente a estrutura foi alguns dos itens que estavam anteriormente em metro quadrado e só foram localizados em metro cúbico. Para conversão da quantidade, a área foi multiplicada pela espessura, obtendo-se o volume do item.

Tabela 10 - Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente a estrutura.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	Preço atualizado desonerado 12/2022	PREÇO FINAL (UNIT.) (R\$)
Montagem e desmontagem de fôrma de laje maciça, pé-direito simples, em chapa de madeira compensada resinada e Cimbramento de madeira, 8 utilizações. Af_03/2022	m ²	9646,00	62,12	599209,52
Armação de estruturas diversas de concreto armado, exceto vigas, pilares, lajes e fundações, utilizando aço ca-50 de 20,0 mm - montagem. Af_06/2022	kg	11457,00	11,34	129922,38
Armação de estruturas diversas de concreto armado, exceto vigas, pilares, lajes e fundações, utilizando aço ca-50 de 10,0 mm - montagem. Af_06/2022	kg	62105,00	12,5	776312,50
Armação de estruturas diversas de concreto armado, exceto vigas, pilares, lajes e fundações, utilizando aço ca-50 de 6,3 mm - montagem. Af_06/2022	kg	12354,00	15,18	187533,72
Laje pré-moldada unidirecional, bi apoiada, para forro, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento + capa) = (8+3). Af_11/2020	m ²	4112,81	218,89	900252,98
Laje pré-moldada unidirecional, bi apoiada, para forro, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento + capa) = (8+3). Af_11/2020	m ²	5730,00	232,82	1334058,60
Concretagem de edificações (paredes e lajes) feitas com sistema de fôrmas manuseáveis, com concreto usinado autoadensável fck 25 mPa - lançamento e acabamento. Af_10/2021	m ³	952,37	748,42	712772,76
Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida) para contrapiso, preparo manual. Af_08/2019	m ³	251,39	762,65	191722,58
Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida) para contrapiso, preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_08/2019	m ³	166,28	666,5	110825,62
Argamassa traço 1:0,5:4,5 (em volume de cimento, cal e areia média úmida), preparo mecânico com betoneira 400 l. Af_08/2019	m ³	291,97	537,95	157065,26
TOTAL:				R\$ 5.099.675,92

Fonte: Das autoras (2023).

4.2.1.3 Cobertura

No orçamento referente a cobertura, apresentado na **Tabela 11**, a única alteração necessária foi encontrar o item referente a estrutura metálica, que nesse caso foi atualizado para os dois orçamentos, antigo e novo, para a estrutura em madeira, material que foi realmente utilizado na obra.

Tabela 11 - Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente a cobertura.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	Preço atualizado desonerado 12/2022	PREÇO FINAL (TOT.) (R\$)
Fabricação E Instalação De Estrutura Pontaletada De Madeira Não Aparelhada Para Telhados Com Até 2 Águas E Para Telha Ondulada De Fibrocimento, Metálica, Plástica Ou Termoacústica, Incluso Transporte Vertical. Af_12/2015	m ²	5600	34,00	190400,00
Telhamento Com Telha Estrutural De Fibrocimento E= 8 Mm, Com Até 2 Águas, Incluso Içamento. Af_07/2019_Ps	m ²	4000	102,67	410680,00
Telhamento Com Telha Metálica Termoacústica E = 30 Mm, Com Até 2 Águas, Incluso Içamento. Af_07/2019	m ²	1200	184,28	221136,00
Impermeabilização De Superfície Com Manta Asfáltica, Uma Camada, Inclusive Aplicação De Primer Asfáltico, E=3mm. Af_06/2018	m ²	20,49	97,28	1993,27
Forro Em Placas De Gesso, Para Ambientes Comerciais. Af_05/2017_Ps	m ²	736,42	35,63	26238,64
TOTAL:				R\$ 850.447,91

Fonte: Das autoras (2023).

4.2.1.4 Revestimento

Nesse item foram encontrados mais obstáculos, sendo que os itens apresentados anteriormente na **Tabela 12**, não foram encontrados em sua maioria na tabela SINAPI, a segunda e terceira linhas estavam em metro, e só foram encontradas atualizadas em metro cúbico, para converter multiplicou-se a área pela espessura para obter o valor atualizado em termos de volume. A quarta linha foi encontrada utilizando a tabela EMOP do Rio Janeiro, e a quinta linha utilizando a tabela SETOP de Minas Gerais, a sexta e última linha utilizou a tabela SINAPI, no entanto referente ao mês de janeiro de 2023. Por fim chegou aos valores atualizados apresentados na tabela 12

Tabela 12 - Orçamento atualizado de materiais e mão de obra referente ao revestimento.

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	Preço atualizado desonerado 12/2022	PREÇO FINAL (TOT.) (R\$)
Aplicação Manual De Gesso Desempenado (Sem Taliscas) Em Paredes De Ambientes De Área Entre 5m ² E 10m ² , Espessura De 1,0cm. Af_06/2014	m ²	10224,54	26,19	267780,70
Argamassa Traço 1:3 (Em Volume De Cimento E Areia Grossa Úmida) Com Adição De Emulsão Polimérica Para Chapisco Rolado, Preparo Mecânico Com Betoneira 400 L. Af_08/2019	m ³	159,01	3489,36	554843,13

Argamassa Traço 1:2:8 (Em Volume De Cimento, Cal E Areia Média Úmida) Para Emboço/Massa Única/Assentamento De Alvenaria De Vedação, Preparo Mecânico Com Betoneira 400 L. Af_08/2019	m ³	10,55	545,32	5753,13
Reboco Pronto Para Paredes Internas Composto De Cal E Agregados, com 3mm De Espessura, Aplicado Sobre Superfície	m ²	31059,06	22,7	705040,66
Acabamento Em Argamassa, Traço 1:3 (Cimento E Areia), Preparo Mecânico, Para Requadro De Pannel, Quadro Ou Caixa, Exclusive Rasgo Em Alvenaria	m ²	1547,76	5,67	8775,80
Isolamento Térmico Com Manta De La De Vidro, Espessura 2,5cm	m ²	694,98	56,28	39113,47
TOTAL:			R\$ 1.581.306,90	

Fonte: Das autoras (2023).

4.2.2 Índice Nacional de Custo da Construção (INCC)

Os valores antigos também foram atualizados para o ano de 2023 usando o INCC, o Índice Nacional de Custo da Construção, esse índice define os reajustes de valores dos contratos de compra e venda de imóveis. E somando os índices de 2014 até 2023, obtém-se um aumento total de 64,67%.

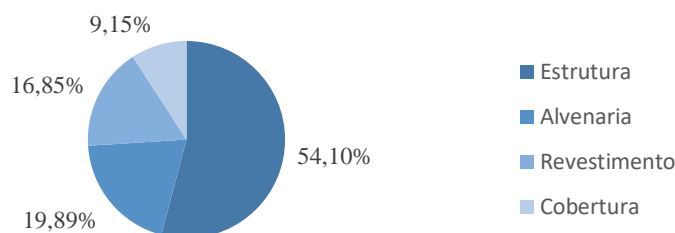
Logo, tendo o valor antigo de R\$ 5.826.040,64, basta multiplicar esse valor por 1,6467, obtendo assim um valor final de R\$ 9.593.741,13. Esse cálculo foi feito de maneira individual para os componentes do orçamento e está indicado de maneira simplificada na **Tabela 13**.

Tabela 13 - Valor final atualizado pelo INCC para o método convencional.

ITEM	VALOR
Estrutura	R\$ 5.190.606,25
Alvenaria	R\$ 1.908.576,48
Revestimento	R\$ 1.616.444,50
Cobertura	R\$ 878.113,90
Total	R\$ 9.593.741,13

Fonte: Das autoras (2023).

A **Figura 17**, mostra um gráfico representando por porcentagem a significância de cada componente da construção no valor final da obra atualizado pelo INCC.

Figura 17 - Gráfico do custo referente a cada item convencional pelo INCC.

Fonte: Das autoras (2023).

4.3 Orçamento light steel frame

Para o LSF, foram encontrados obstáculos no contato com empresas especializadas no método, uma vez que quando falado o tamanho do prédio elas pediam prazos muito grandes para a elaboração do orçamento ou se inclinavam ao serem pedidas por uma estimativa do custo por metro quadrado, alegando que este valor é muito volúvel por depender de tamanho dos vãos, pé-direito da obra, quantidade de pavimentos e aberturas.

Ainda assim, obteve-se êxito com uma empresa, que forneceu o valor final para a estrutura e para os fechamentos, o orçamento recebido está presente no ANEXO B, a empresa informou os itens inclusos, sendo eles, revestimento interno e externo, forro, cobertura, contorno de esquadrias, platibanda, revestimentos das lajes e marquises, isolamentos e bases das paredes, sendo o custo apresentado somente para o material, sem mão de obra e chegando a um custo total final de R\$ 10.749.107,79. A **Tabela 14** apresenta os valores informados.

Tabela 14 – Orçamento para o *light steel frame*.

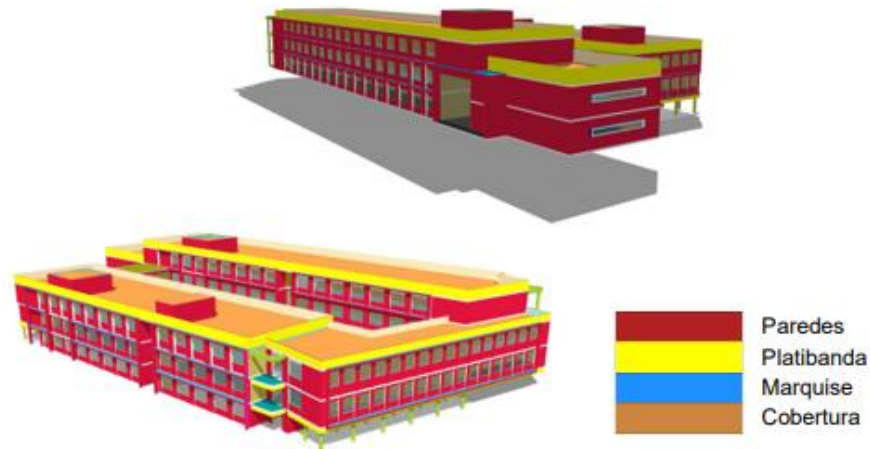
ITEM	VALOR
Estrutura	R\$ 5.692.717,15
Fechamentos	R\$ 5.056.390,64
Total	R\$ 10.749.107,79

Fonte: Das autoras (2023).

O valor final por metro quadrado do sistema considerando a obra com 11.042,95 m², considerando apenas a estrutura e os fechamentos, tem-se um custo final por metro quadrado de R\$ 973,39.

A **Figura 18** retirada do orçamento da empresa Center Steel disponível no Anexo B mostra de forma simplificada a volumetria do prédio destacando cada parte do prédio inclusa no orçamento.

Figura 18 – Volumetria do prédio com os elementos inclusos no orçamento.

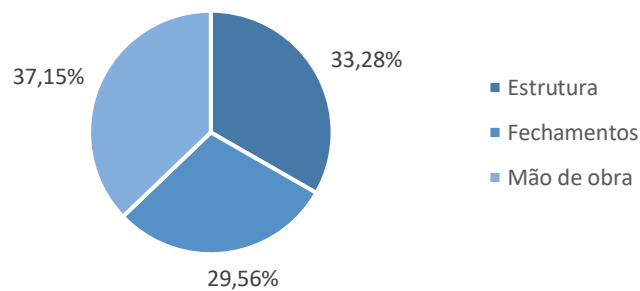


Fonte: Orçamento empresa Center Steel (2023).

A mão de obra para a montagem do prédio foi orçada com outra empresa e está apresentada no Anexo C, que forneceu o valor de R\$ 6.355.000,00.

Somando os valores obtidos para o material e para mão de obra, chega a um valor total final de 17.104.107,79 e um tempo de montagem de 18 meses. Chegando a um valor por metro quadrado de R\$ 1.548,87. A **Figura 19** mostra a significância do custo de cada item no valor final da obra em LSF.

Figura 19 - Gráfico do custo referente a cada item do Light Steel Frame.



Fonte: Das autoras (2023).

4.4 Produtividade

Para definir o tempo de execução do prédio das engenharias para o método convencional, foi utilizada a **Tabela 5**, que apresenta a produtividade total de 9 homem.hora/m², lembrando que a metragem total do projeto foi de 11.042,95 m², tem-se:

$$9 \frac{hh}{m^2} \cdot 11.042,95 m^2 = 99.386,55 h. h$$

Para definir a quantidade de dias necessários de trabalho, seguindo as considerações da metodologia que uma equipe com 20 operários trabalhará na obra, tem-se:

$$20 \text{ operários} = 20 \text{ homens} \cdot 8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} = 160 \frac{\text{hh}}{\text{dia}}$$

$$\frac{\left(99.386,55 \frac{\text{hh}}{\text{dia}}\right)}{\left(160 \frac{\text{hh}}{\text{dia}}\right)} = 621,17 \text{ dias}$$

De forma análoga foi feito para definir o número de dias necessários para o mesmo prédio, com os mesmos 20 operários, mas agora para o método LSF, utilizando a **Tabela 6** que teve como resultado uma produtividade total de 2,91 hh/m²:

$$2,91 \frac{\text{hh}}{\text{m}^2} \cdot 11.042,95 \text{ m}^2 = 32.134,98 \text{ h.h}$$

$$\frac{\left(32.134,98 \frac{\text{hh}}{\text{dia}}\right)}{\left(160 \frac{\text{hh}}{\text{dia}}\right)} = 200,84 \text{ dias}$$

4.5 Análises dos dados e discussão

Comparando as atualizações de custos pelo método das tabelas e pelo INCC com os valores antigos, chegou em resultados distintos, mas ainda assim próximos, considerando que foram necessárias muitas atualizações de tópicos e tabelas. Utilizando as tabelas observou-se um aumento de 53% com relação ao valor antigo, enquanto o INCC apresenta um aumento de 64,67%.

Quando analisado o aumento do custo do light steel frame comparado aos valores do método convencional, observou-se um aumento significativo de 47,89% quando comparado a atualização pelas tabelas e de 43,91% pelo INCC.

O custo por metro quadrado para os dois métodos e para os três orçamentos do método convencional também foi calculado, considerando os valores finais dos orçamentos divididos pela área total anteriormente apresentado de 11.042,95 m². Os valores foram organizados em forma de tabela e apresentado abaixo na **Tabela 15**.

Tabela 15 – Valores finais dos orçamentos para os dois métodos.

ITEM	VALOR TOTAL	VALOR/M ²
Convencional 2013	R\$ 5.826.040,64	R\$ 527,58
Convencional 2022 Tabelas	R\$ 8.913.795,35	R\$ 807,19
Convencional 2023 INCC	R\$ 9.593.741,13	R\$ 868,77
Light Steel Frame 2023	R\$ 17.104.107,79	R\$ 1.548,87

Fonte: Das autoras (2023).

O resultado já era esperado, quando comparado a trabalhos similares, observa-se que o custo do light steel frame se sobressai comparado ao método convencional. Ainda assim, não se esperava tamanha diferença, mas essa pode ser devida a vários problemas encontrados no desenvolvimento do trabalho, desde a atualização dos custos, até aos obstáculos encontrados com empresas da região de Lavras-MG para orçar o prédio para o light steel frame, sendo necessário contatar uma empresa do Sul do país.

A diferença nos custos pode se dar, também, pela diferença das bases de dados utilizados para cada método. Para o método convencional, foi utilizado a tabelas padrões como SINAPI, SETOP, entre outras. Enquanto para o LSF foi feito um orçamento direto com as empresas especializadas, o que varia de localidade, tamanho da empresa, disponibilidade de mão de obra, entre outros vários fatores. Dessa forma, sabe-se que se fossem utilizados as mesmas base de dados para ambas, talvez a diferença fosse menor.

Além disso, na atualização dos custos foi difícil dizer o que de fato estava incluso nos valores e por se tratar de métodos completamente diferentes a comparação de materiais se torna ainda mais complicada, o que pode ter levado a uma redução considerável no valor do método convencional, outro ponto é que o orçamento utilizado foi um orçamento inicial e que não levou em conta atrasos na obra e custo adicionais no decorrer dela. Problemas esses que não existiriam para o LSF.

Outro ponto, foi a fundação, que não foi inclusa no orçamento e que possivelmente resultaria numa vantagem para o light steel frame quando comparada ao método convencional em questão de custo.

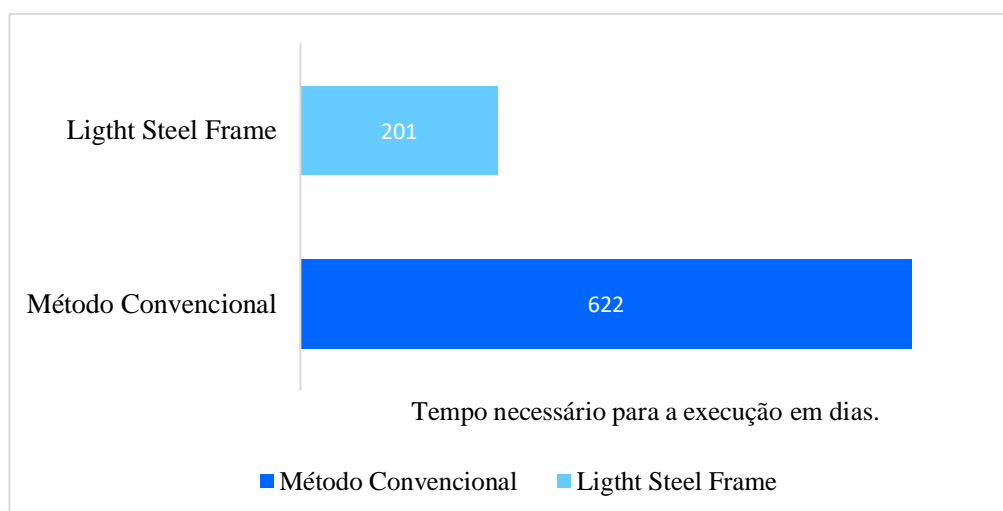
Quanto ao tempo, já era esperado que o LSF se sobressairia, visualizando o gráfico apresentado na **Figura 20** é possível observar a grande vantagem do sistema LSF nesse ponto quando comparado com o método convencional, uma vez que o método em desvantagem ainda é muito manual. Enquanto o método LSF apresenta vantagens nesse ponto por ser muito industrial e que necessita de uma mão de obra qualificada, o que diminui os erros e aumenta a produtividade em até 200% como demonstrado e discutido no referencial teórico e na entrevista.

Outro ponto sobre a produtividade é o tempo passado pela empresa responsável pelo orçamento da mão de obra de 18 meses para a construção do sistema em LSF, se considerarmos 200% desse valor chegamos a um prazo de aproximadamente 36 meses para chegar no mesmo tempo da obra, mas para o método convencional.

Essa redução de tempo impacta diretamente no uso da edificação e na qualidade de ensino, pesquisas e projetos de extensão, visto que, ao poder utilizar o prédio mais cedo, mais

alunos matriculados poderão ser atingidos, dando um retorno mais rápido para a sociedade frente ao investimento que está sendo realizado na universidade.

Figura 20 – Gráfico da produtividade em dias para os dois métodos.



Fonte: Das autoras (2023).

Apesar da diferença alta dos custos dos dois métodos, alguns pontos qualitativos são importantes de serem abordados quando se trata dessa comparação, baseando no desenvolvimento de todo trabalho fica claro que o método construtivo light steel frame oferece diversas vantagens em relação ao método convencional, principalmente por se tratar de construção seca, não há geração de entulhos e resíduos, o que torna o processo muito mais limpo e sustentável.

Outra grande vantagem do light steel frame é a maior precisão e qualidade construtiva, garantindo uma maior eficiência energética e acústica. Como o sistema é pré-fabricado, é possível garantir a precisão dos elementos da estrutura e a qualidade dos materiais utilizados. Isso significa que o isolamento térmico e acústico da construção é muito superior ao do método construtivo convencional, garantindo um conforto térmico e acústico superior para os moradores. Além disso, como o processo é limpo, não há geração de poeira e outros resíduos que poderiam prejudicar a saúde dos trabalhadores e moradores do entorno.

Por fim, o light steel frame oferece uma maior resistência a intempéries e eventos extremos, como terremotos e furacões. O uso de materiais leves e resistentes, como o aço galvanizado, garante uma maior resistência estrutural da construção. Além disso, a leveza dos elementos estruturais permite que a construção seja mais flexível e menos suscetível a danos em caso de movimentos sísmicos ou ventos fortes. Isso significa que o light steel frame é uma opção mais segura e resistente em relação ao método construtivo convencional. Devido à sua

sustentabilidade, rapidez e limpeza, o light steel frame é uma excelente opção para quem busca construir uma casa com uma pegada mais sustentável, além de economizar tempo e dinheiro.

5 CONCLUSÃO

Após uma análise comparativa da viabilidade técnica e econômica entre o sistema construtivo convencional e o *Light Steel Frame* para o prédio das engenharias da Universidade Federal de Lavras, chegamos à conclusão de que em questão de custos o método convencional é a opção mais viável.

Além disso, o sistema construtivo convencional apresenta vantagens como a disponibilidade de mão de obra especializada, facilidade de encontrar materiais de construção e maior aceitação da sociedade brasileira. Mas também tem desvantagens como um tempo de execução mais longo, menor controle dos processos construtivos, maior geração de resíduos, maior uso de água, mão de obra pouco especializada, custo mais elevado de infraestrutura devido ao uso de materiais mais pesados e trabalhos manuais mais demorados.

Por outro lado, o *Light Steel Frame* apresenta uma série de vantagens, incluindo um tempo de execução mais curto, necessidade de fundações menos robustas devido ao uso de materiais leves, menos desperdício de materiais, construção seca, além de um maior controle de todo processo, o que acarreta uma melhor qualidade de acabamento.

No entanto, é importante levar em conta que a disponibilidade de mão de obra especializada para o *Light Steel Frame* pode ser limitada em algumas regiões, o que pode tornar a construção muito mais cara. Além disso, o nível de incentivo do governo com as novas tecnologias é muito baixo, o que dificulta seu uso, principalmente em prédios públicos. Dessa forma, é importante avaliar cuidadosamente as necessidades específicas de cada projeto antes de escolher um método de construção.

Em suma, acreditamos que o *Light Steel Frame* apesar de mais caro, seria uma boa opção para a construção do prédio das engenharias da Universidade Federal de Lavras devido a sua combinação de vantagens técnicas e econômicas, principalmente por chegar a ser 200% mais rápido, o que diminuiria os custos da faculdade e adiantaria sua inauguração para posterior ocupação do corpo docente e discente.

REFERÊNCIAS

3ES ENGENHARIA. **Concreto armado- fundamentos**. 3ES Engenharia. 2016. Disponível em: < <https://www.3es.eng.br/concretoarmado01>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

ADORNO, Igor Vicente; RIBEIRO, Patrick Moura. **Estudo do Sistema Construtivo Light Steel Framing: Uma Abordagem Geral**. 2022. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Salvador, Salvador, 2022.

ALVES, Letícia Pereira. **Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame**. Curso de Engenharia Civil, Instituto de Pós-Graduação - Ipog, Uberlândia, 2015.

ARQPLAC. **ROLLO MEMBRANA HIDROFUGA TYPAR PARED X 125M TIPO TYVEK STEEL**. ARQPLAC. Disponível em: < https://www.arqplack.com.ar/MLA-1103275139-rollo-membrana-hidrofuga-typar-pared-x-125m-tipo-tyvek-steel-_JM>. Acesso em: fev. 2023.

BORGES, João Paulo Ermelindo; CREPALDI, Tiago Gomes. **Estudo da viabilidade construtiva entre alvenaria convencional e light steel frame em habitações populares: um estudo de caso sobre a viabilidade econômica em edificações na cidade de Três Pontas/MG**. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Doctum de João Monlevade, João Monlevade, 2019.

Caixa Econômica Federal. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. 2023. Disponível em: <<https://www.caixa.gov.br/sinapi>>. Acesso em: 02 fev. 2023.

CAMPOS, Patrícia Farrielo de. **Light Steel Framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento**. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

COELHO, André Santos Ribeiro. **Light Steel Frame: recomendações de projeto, processo construtivo e detalhes orçamentários**. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Uniceub - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2014.

CONSTRUINDO CASAS. **Tipos de fundação: Sapata Corrida, saiba tudo que precisa aqui**. CONSTRUINDO CASAS. 2021. Disponível em: < <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/sapata-corrída/>>. Acesso em: fev. 2023.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. **Métodos de pesquisa em administração**. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

DIXINI, Kaline de Oliveira Castro. **Light steel framing: um estudo de caso sobre a viabilidade econômica em edificações na cidade de Três Pontas/MG**. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/Mg, Varginha, 2018.

EMPRESA DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Tabela de Custos Unitários - EMOP/RJ**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://www.emop.rj.gov.br/portal/emop/tcu>. Acesso em: 17 fev. 2023.

FERREIRA, R. C.; SILVA, E. V.; ROCHA, E. P. C. **A Influência do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) na Inflação do Mercado Imobiliário Brasileiro**. In: XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais... São Carlos: ENEGEP, 2020.

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CASTRO, Renata Cristina Moraes de. **Steel Framing: Arquitetura**. CBCA, 2006.

IBDA FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura**. IBDA. Disponível em: < <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84>>. Acesso em: fev. 2023.

IDINHEIRO. **Tabela INCC**. Disponível em: <https://www.idinheiro.com.br/tabelas/tabela-incc/>. Acesso em: 17 fev. 2023.

INOCENTI, Rodrigo Sebastião Dejato; BERTEQUINI, Aline Botini Tavares. **Estudo Do Sistema Construtivo Light Steel Framing: uma abordagem geral**. 20 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Toledo (UNITOLEDO), São Paulo, 2018.

JZ ENGENHARIA. **Dicas para construir paredes de alvenaria**. JZ Engenharia. 2018. Disponível em: < <https://www.jz.eng.br/dicas-para-construir-uma-parede-de-alvenaria/> >. Acesso em: 14 fev. 2023.

KRIEGER, Amanda Spillere; CARDOSO, Victória Bittencourt. **Investigação da utilização do método construtivo light steel frame como viabilidade econômica para ampliação do bloco cettal da UNISUL/TUBARÃO**. 2018. 90 f. TCC- Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.

LIMA, Rondinely Francisco de. **Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame**. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia

LOPES, O. C.; LIBRELOTTO, L. I.; AVILA, A. V. **Orçamento de Obras**. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. Unpublished Work. 2003.

MAIS CONTROLE. **O que é o Steel Frame? Vantagens e desvantagens para a construção civil**. MAIS CONTROLE. 2023. Disponível em: < <https://maiscontroleerp.com.br/steel-frame-construcao-civil/> >. Acesso em: fev. 2023.

MENDES, R. A. F.; BORGES, M. A.; SANTOS, T. G. **O Impacto do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) no Mercado Imobiliário Brasileiro**. In: XVI Encontro Mineiro de Engenharia de Produção. Anais... Itajubá: EMEP, 2021.

MONTEIRO, Adalgiane Souza; SANTOS, Priscilla Carla Ramos dos. **Análise comparativa do método construtivo light steel frame com o sistema convencional**. 2015. 84 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Lavras, Lavras, 2015.

NELSOSCHNEIDER. **Fundação Radier: O que é? Projeto e execução**. NELSOSCHNEIDER. 2020. Disponível em: < <https://nelsoschneider.com.br/fundacao-radier/> >. Acesso em: fev. 2023.

PEDROSO, Sharon; FRANCO, Guilherme; BASSO, Guilherme; BOMBONATO, Fabiele. **Steel Frame na construção civil**. 14f. TCC- Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, Paraná. 2014.

PENNA, Fernando Cesar Firpe. **Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática**. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

REZENDE, Paulo Sergio Santos; SOUZA, Gabriel Filipe de. **Orçamento de obras com base em índices do SINAPI**. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Una, Bom Despacho, 2021.

SAN LUCAS. **Casa modular em Steel Frame**. San Lucas. Disponível em: <<https://construtorasanlucas.com.br/casa-modular-steel-frame/>>. Acesso em: fev. 2023.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CASTRO, R. C. M. **Manual de Construção em Aço Steel Framing: Arquitetura**. CBCA Centro Brasileiro da Construção em Aço. Rio de Janeiro, 2012.

SCHNEIDER, Nelso. **Bloco de coroamento: definição, aspectos técnicos e normativos de dimensionamento. Definição, aspectos técnicos e normativos de dimensionamento**. 2020. Disponível em: <https://nelsoschneider.com.br/bloco-de-coroamento/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS DE MINAS GERAIS. **Tabela de Custos Referenciais**. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <https://www.transportes.mg.gov.br/tabela-de-custos-referenciais>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA DO ESTADO DO CEARÁ. **Tabela de Preços Unitários**. Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://www.seinfra.ce.gov.br/index.php/ce/obras-publicas/tabela-de-precos-unitarios>. Acesso em: 17 fev. 2023.

SIMORARDIA. **Steel Frame- Sistema construtivo inovador**. SIM. 2021. Disponível em: <<https://simoradia.com/steel-frame-sistema-construtivo-inovador/>>. Acesso em: fev. 2023.

VASCONCELOS, R. R. L.; CERVIÉRI, T. S.; CUNHA, E. S. **Análise do Impacto do Reajuste do Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) nos Custos de Construção de um Edifício Residencial em Fortaleza**. In: IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Anais... Niterói: CONTECSI, 2021.

VISUAL CONSTRUTORA. **“Orçamento para obras de construção do prédio das engenharias - item 26 - UFLA”**. 2013. Disponível em: Acervo da UFLA.

ANEXO A

ENTREVISTA COM O ARQUITETO E URBANISTA GIOVANI TEIXEIRA

1. Qual a sua formação?

Arquiteto e urbanista.

2. Qual o seu tempo de experiência trabalhando com obras?

Me formei em 2005 pela Universidade Federal de Juiz de Fora, passei no concurso na UFLA em 2010 e entre esse período trabalhei com projetos e acompanhamento de obra também.

Dentro da universidade, a partir de 2010, já trabalhei em várias frentes, mas fiscalização de obras e projetos foram as principais.

3. Qual foi sua função no prédio das Engenharias?

Trabalhei no estudo preliminar do projeto arquitetônico, foi feito um estudo inicial baseado em poucas informações pois a gente não tinha muitas informações na época devido aos cursos ainda estarem em formação. Então, eu participei da elaboração do projeto arquitetônico e eu também acompanhei a obra, como fiscal.

4. Motivo da escolha pelo método convencional para o prédio das engenharias?

Existem muitos aspectos que influenciaram, houve uma discussão, a gente insistiu um pouco na ideia de tentar trabalhar com um método mais leve, sistemas pré-moldados, por exemplo, mas naquele período existiam várias restrições, tempo era um problema bem sério.

Mas a universidade havia feito a contratação de um grupo de empresas para trabalhar nos projetos complementares e no arquitetônico também. Então, se eu não me engano em 2011 ou 2012 a universidade contratou, quatro ou cinco empresas, para elaborar um montante de cinquenta e poucos projetos.

E entre os métodos, uma das questões que sempre foi muito colocada, que você não pode contratar nada, sem saber exatamente o que está sendo contratado, então naquele momento não se sabia exatamente o que seria feito, então nós contratamos uma empresa para fazer projeto em concreto armado dessas cinquenta obras que foram contratadas, concreto armado, projeto hidrossanitário, projeto elétrico, entre outros.

Então, quando começamos a discutir um pouco sobre a dimensão desse prédio aqui, seria muito interessante se a gente pudesse lançar mão de uma metodologia um pouco mais atualizada, um sistema mais leve. Só que naquele momento, já existia a contratação de uma empresa que deveria projetar uma edificação em concreto armado, isso era uma das restrições.

E a empresa precisa elaborar um projeto e orçar todo esse projeto, e o orçamento precisa ser elaborado com base em um banco de dados do banco federal, que é o SINAPI e SETOP, e o banco de dados do SINAPI ainda é muito restrito com relação a essas coisas. Não existe nenhuma proibição de lançar mão de uma tecnologia mais nova, mas aí você precisa ter vários orçamentos, e é um processo mais longo, mais demorado, então, essas coisas foram conduzindo o projeto para ser um projeto convencional mesmo, por conta dessas restrições.

5. Quais os benefícios em se trabalhar com a Alvenaria convencional?

Poucos, muito poucos! Na verdade, assim, benefícios para o usuário final e para manutenção, eu acho que assim quase nada. O problema é que a gente continua muito resistente por uma série de questões, as mudanças elas precisam acontecer de cima para baixo, o governo precisa estimular novos sistemas construtivos, dar condições para as instituições capacitarem a equipe para poder atuar.

E eu acho que a própria mão de obra no país de uma forma geral ela não tem estrutura para absorver conhecimento dessas tecnologias, acho que isso precisa caminhar junto com os avanços do país. Uma coisa não é independente da outra.

Então, eu particularmente acho que os benefícios são muito poucos, exceto que é o que a gente tem de mão de obra disponível aqui, porque se a gente tivesse um prédio todo em light steel frame ou qualquer outro sistema mais atualizado, a gente, possivelmente na manutenção, encontraria problemas para encontrar mão de obra, por isso que eu acho que uma coisa está muito amarrada com a outra.

6. Quais as dificuldades encontradas em se trabalhar com o método a convencional?

O tempo de execução de obra, acho que isso é um problema muito sério, aqui na universidade a gente sempre encontra esse problema, porque geralmente precisamos dos prédios muito rápido, porque o recurso chega de uma forma repentina e a precisamos prestar contas, as pessoas precisam ocupar o prédio, e eu acho que isso acaba influenciando muito.

Então, eu acho que o tempo é um problema muito sério, acho que a manutenção, hoje eu vejo assim, problemas de fachada, patologias na fachada, por ser um método muito manual ainda. Por exemplo, o traço da argamassa ou do revestimento que está sendo trabalhado ali, ele está muito em função da experiência de quem está executando, obviamente que existem padrões, mas como isso não vem pronto de fábrica, o controle de qualidade é muito baixo.

Se você andar pela instituição você vê várias paredes com problemas, as paredes apresentam várias patologias, às vezes elas estão muito craqueladas ou qualquer outro tipo de

patologia, fissuras, entre outras. E isso é muito inerente a falta de controle de todo processo do sistema convencional, então eu acho que ele é muito ruim nesse ponto, controle da qualidade.

7. O canteiro de obras do método convencional é um problema?

Certamente, o canteiro de obras é um canteiro mais sujo, o volume de resíduos é muito maior, a dificuldade de organização do canteiro acaba sendo muito maior, porque você tem sempre que contar com a organização da empresa que está executando, e nem sempre a empresa tem uma boa organização, acho que isso influencia muito também.

8. Houve atrasos na obra?

Houve, na verdade, acho que a gente teve dois aditivos aqui nesse prédio, não necessariamente por culpa da contratada, mas a gente teve atrasos, com certeza.

9. Esses atrasos podem ser designados a alvenaria convencional?

Eu acho que sim, assim, existem outras situações, eu não me lembro ao certo, mas acho que a parte elétrica foi uma das coisas que gerou um atraso, um novo aditivo, porque durante a execução foi entendendo as demandas do prédio, então foram aparecendo umas questões relacionadas a infraestrutura elétrica, que a gente precisou fazer um aditivo de valor e por consequência de prazo também, porque você está aumentando o escopo de trabalho da empresa.

Mas eu acho que o sistema certamente ele afeta, porque, por ser um sistema muito manual, existem muitas condicionantes que podem interferir no processo.

10. Em caso de resposta afirmativa, o atraso foi de quanto tempo?

De cabeça, eu não me lembro, mas eu diria que foi por volta de nove meses.

11. Esse atraso poderia ter sido evitado se o método construtivo fosse outro?

Bom, eu acho que é uma situação difícil de responder, porque tudo depende muito da empresa que vai assumir, eu acho que o método é muito favorável para encurtar o tempo da obra, isso é fato.

Mas a gente depende também do *know how* da empresa, então se a gente pega uma empresa que tem *know how*, que já tem uma estrada. Eu sei que as empresas que trabalham com light steel frame são empresas especializadas nisso, então, obviamente que isso já ajuda. Mas ainda assim existem empresas boas e ruins como qualquer outra área, então é difícil de responder.

Mas acho que seria muito favorável para encurtar o prazo, sem dúvidas nenhuma. Não só um light steel frame, como um sistema pré-moldado. Eu acho que todo processo é muito mais limpo e mais rápido.

12. Foi orçado com as construtoras algum outro método construtivo?

Não, porque a gente não tinha tempo para fazer isso.

13. Já trabalhou com o sistema construtivo Light Steel Frame? Teve algum benefício em se trabalhar com ele?

Sim, já trabalhei com ele, não dentro da universidade, mas já trabalhei no particular.

14. Em caso de resposta afirmativa, teve algum benefício em se trabalhar com ele?

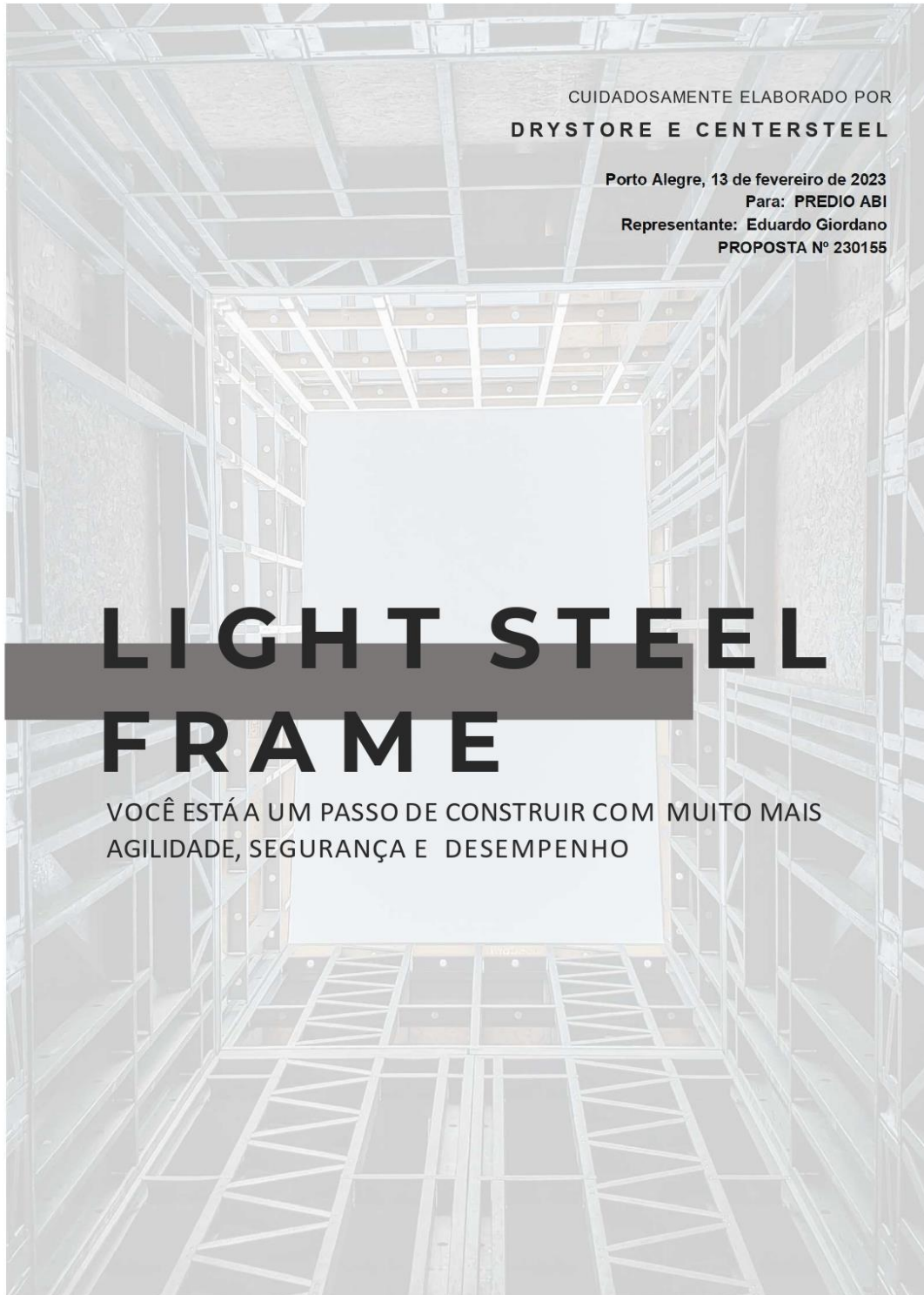
Sim, é um processo que você tem um controle muito melhor sob todas as etapas. Inclusive, esse trabalho que vocês estão desenvolvendo, eu já desenvolvi isso com os alunos das Engenharia Civil da Unilavras, já fizemos uma proposta muito parecida com a de vocês.

Porque eu fui professor na Unilavras por um tempo, e eu orientei um trabalho de conclusão de curso, que as meninas fizeram um comparativo, de um sistema de LSF, de uma obra de unidade básica de saúde, que foi feita em LSF, então a gente tinha planilha orçamentária dela, e aí o que elas fizeram foi fazer o processo inverso dos que vocês estão propondo, então elas fizeram o projeto em concreto armado e fizeram todo o orçamento para fazer um comparativo das diferenças, mas era um foco financeiro só, não tinha uma análise sobre o sistema.

Então, do ponto de vista acadêmico, eu tive essa experiência. Profissionalmente, minha experiência foi pequena, mas eu vejo só benefícios, por conta de todo o processo, do controle, da limpeza, da redução de resíduos, acho que existem só benefícios nesse sentido.

ANEXO B

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)



CUIDADOSAMENTE ELABORADO POR
DRYSTORE E CENTERSTEEL

Porto Alegre, 13 de fevereiro de 2023
Para: **PREDIO ABI**
Representante: **Eduardo Giordano**
PROPOSTA Nº 230155

LIGHT STEEL FRAME

VOCÊ ESTÁ A UM PASSO DE CONSTRUIR COM MUITO MAIS
AGILIDADE, SEGURANÇA E DESEMPENHO

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)

Sua construção em

LIGHT STEEL FRAME

O MELHOR TIME

Acreditamos que somos melhores quando focamos em objetivos claros e precisos. Por isso, entendemos que para elaborar a melhor proposta, é preciso unir forças, reunindo aquilo que há de melhor para viabilizar o seu projeto.

Por isso, a sua proposta foi elaborada cuidadosamente pelos times da Drystore e da CenterSteel.

A Drystore está no mercado há quase 20 anos, tendo formatado um modelo de negócio com dedicação total a construção a seco. O objetivo da empresa é levar todos os materiais de revestimentos e complementos que a sua obra de Light Steel Frame pode precisar.

A CenterSteel é uma empresa de engenharia dedicada ao cálculo, detalhamento e produção de estruturas em Light Steel Frame. Formada por um time de engenheiros com grande experiência, o foco da empresa é criar soluções estruturais customizadas, racionalizadas e de alto desempenho.

Com times dedicados e independentes, trabalhamos para entregar as melhores propostas e soluções, sempre com o seu bem-estar e satisfação como objetivo. Queremos que você tenha a melhor experiência construtiva.

Agradecemos a oportunidade e estamos ansiosos para ver o seu projeto concretizado. Conte conosco.

Atenciosamente, Drystore

e CenterSteel



Fonte: Center Steel (2023).

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)

Placas de OSB
Placas cimentícias
Materiais de isolamento
Forros acústicos
Ferramentas
Pisos vinílicos
Telhas Shingle
Sistema EIFS
Siding vinílico
SmartSide



O MELHOR DAS
 DUAS EMPRESAS
 PARA VOCÊ

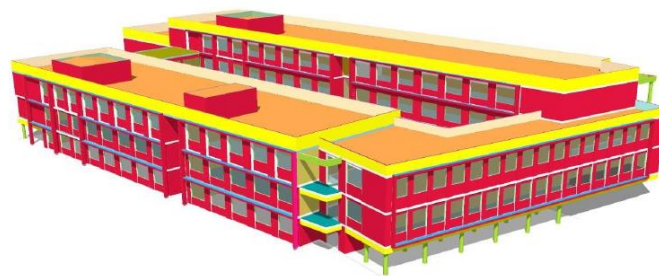
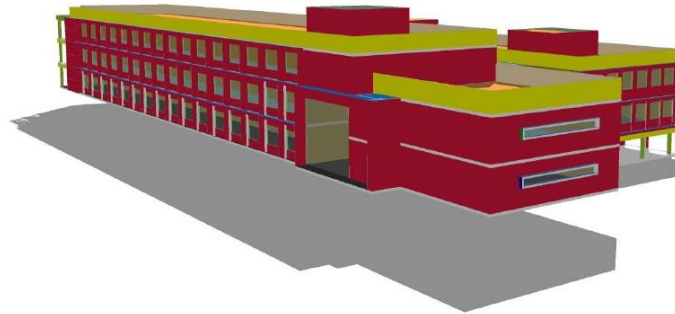


Compatibilização de projetos
Cálculo estrutural
Dimensionamento
Detalhamento da estrutura
Fabricação
Assessoria em obra
Curso prático de Light Steel Frame



Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)

VOLUMETRIA



Fonte: Center Steel (2023).

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)

Porto Alegre, 13 de fevereiro de 2023

À: PREDIO ABI

PROPOSTA Nº 230155

A CenterSteel, empresa fornecedora de solução em LSF, agradece a oportunidade e vem apresentar-lhe sua proposta para fornecimento de sistemas de construção seca, conforme segue abaixo:

1. OBJETO

A edificação apresenta as seguintes características:

Área em planta baixa - térreo:	1711 m ²	Área aberta coberta:	682 m ²
Área em planta baixa - superior 1:	3641 m ²		
Área em planta baixa - superior 2:	3641 m ²		
Área em planta baixa - superior 3:	1551 m ²		
Área em planta baixa - total:	11226 m ²		

Pé direito interno: Variado

Uso/destinação: Residencial

2. DESCRITIVO DOS ITENS

Estrutura metálica em painéis LSF, composta por perfis estruturais de aço formados a frio, com zincagem de alta resistência.

$$U_E = 100 * 41,3 * 10\text{mm} \quad t = 0,80\text{mm}, t = 0,95\text{mm} \text{ ou } t = 1,25\text{mm}$$

2.1. INCLUSÕES DA PROPOSTA

- Projeto estrutural em LSF;
- Detalhamento da estrutura;
- Emissão da ART de projeto estrutural do LSF;
- Acompanhamento técnico; (De acordo com o item 3.7. desta proposta);
- Projeto de reforço estrutural em perfis de aço laminado;
- Elementos de fixação em quantidade suficientes de acordo com o projeto

2.2. EXCLUSÕES DA PROPOSTA

- Montagem dos elementos estruturais (treliças e painéis);
- Terças do telhado; (quando for shingle, concreto, colonial, cerâmica);
- Fornecimento de estrutura em perfis de aço laminado;
- Molduras, Pergolados, Revestimentos Especiais e Decorativos, Muros de Divisa, Subsolo;
- Estrutura auxiliar para forros de cobertura, laje e beiral;
- Escada do subsolo considerada em alvenaria;
- Escada não considerada no sistema LSF;
- Itens não informados com clareza no projeto arquitetônico;

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)

2.3. OBSERVAÇÕES DA PROPOSTA

Será necessário reforço estrutural em perfil de aço laminado, estimado em 505t.

A compatibilização do projeto arquitetônico para a solução estrutural CenterSteel, acarretará alterações;

As medidas e informações de áreas enviadas pelo cliente para montagem do orçamento e os ajustes do projeto arquitetônico em relação as medidas são de total responsabilidade do cliente.

As paredes foram consideradas em espessura simples de 10cm (dez centímetros) mais emplacements.

3. DETALHAMENTO DE FORNECIMENTO

3.1. CARACTERÍSTICA DA OBRA

DESCRIÇÃO	ÁREA
Paredes - Pavimento térreo	1232 m ²
Paredes - Pavimento superior 01	3577 m ²
Paredes - Pavimento superior 02	3303 m ²
Paredes - Pavimento superior 03	1342 m ²
Laje entrepiso - 01	1716 m ²
Laje entrepiso - 02	3567 m ²
Laje entrepiso - 03	1573 m ²
Paredes - reservatório	356 m ²
Laje - reservatório	188 m ²
Platibanda	1015 m ²
Marquise	539 m ²
Cobertura - Telha Trapezoidal - TP40	3464 m ²
Cobertura - Laje impermeabilizada	128 m ²

3.2. VALOR DA PROPOSTA LSF

Estrutura em *Light Steel Frame*

DESCRIÇÃO	PERFIL	TOTAL (R\$)
PERFIS LIGHT STEEL FRAME + PARAFUSOS + ANCORADORES + FIXADORES	Z275 - ZAR230	R\$ 5.692.717,15

3.3. CONDIÇÕES DE PAGAMENTO

À combinar

3.4. REAJUSTAMENTO

Nossos preços não contemplam quaisquer expectativas de inflação ou aumento salarial. Em caso de alteração na política econômica do governo, se houver alteração no preço do aço nas usinas siderúrgicas, os preços sofrerão reajuste nos mesmos percentuais, visando reestabelecer o equilíbrio econômico da proposta.

3.5. FRETE

FOB - Porto Alegre/RS

3.6. PRAZO DE ENTREGA ESTIMADO

DESCRIÇÃO	DIAS ÚTEIS
1. Revisão do projeto em 3D	20 dias
Tempo total a partir da aprovação e pagamento de entrada	60 dias

Obs.: Os prazos acima podem sofrer alterações até a assinatura do contrato, em virtude do volume de projetos em andamento. Os prazos só irão contar a partir da entrega do projeto final

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)

3.7. VISITA TÉCNICA

Está incluso nesta proposta a realização de 2 (duas) visitas técnicas para orientação no canteiro de obras, limitado à distância máxima de 100km (cem quilômetros) de Porto Alegre/RS, sendo que para distâncias acima de 100km (cem quilômetros), será cobrado um adicional de R\$ 2,00/km (dois reais por quilômetro). Em caso de haver necessidade de visitas técnicas adicionais, o COMPRADOR cobrirá as despesas de deslocamento, estadia e alimentação do técnico.

Obs.: O agendamento deverá ser realizado com 72 (setenta e duas) horas de antecedência.

4. GARANTIA

A CenterSteel dá garantia de 5 (cinco) anos contra quaisquer defeitos de fabricação.

5. VALIDADE DA PROPOSTA

A proposta tem uma validade de 5 (cinco) dias a partir da sua data de envio.

Sendo o que temos para apresentar, colocamo-nos a sua disposição para quaisquer esclarecimentos.
Atenciosamente.

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)



Porto Alegre, 13 de fevereiro de 2023

À: PREDIO ABI

PROPOSTA Nº 230155

É com grande satisfação que vimos atender sua solicitação, apresentando-lhe nossa proposta para o fornecimento de sistemas complementares de fechamentos para construção em Light Steel Frame, conforme descrição abaixo:

REVESTIMENTO EXTERNO

Paredes externas

OSB 11,1mm / Membrana Vapor - TYVEK / Revestimento Glasroc X

Pergolado e Pilares

Membrana Vapor - TYVEK / Revestimento Glasroc X

REVESTIMENTO INTERNO

Geral

Performa

Reservatório

Gesso ST

FORRO

Forro interno

Forro de gesso / Lã de vidro 70MM

Forro externo

Forro Glasroc X

COBERTURA

Telhado

Telhas Trapezoidal - TP40 (2 Telhas + EPS) - Montada

Cobertura impermeabilizada

OSB 11,1mm / Placas cimenticias 10mm - Brasilit / Impermeabilização Elastment / Tela reforço

CONTORNO DE ESQUADRIAS

Contorno de esquadrias das paredes externas

Contornos de portas e janelas

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Continua...)

PLATIBANDA

Revestimento externo da platibanda

Revestimento Glasroc X / Membrana Vapor - TYVEK

Revestimento interno da platibanda

Revestimento Glasroc X / Membrana Vapor - TYVEK

Contorno superior da platibanda

Revestimento Glasroc X / Membrana Vapor - TYVEK

REVESTIMENTO DE LAJE

Revestimento de laje entrepiso

OSB 18 M&F + B. Acústica

Revestimento de laje de reservatório

OSB 18 M&F + B. Acústica

MARQUISE

Revestimento superior da marquise

Revestimento Glasroc X / Membrana Vapor - TYVEK / Impermeabilização Elastment / Tela reforço

Revestimento inferior da marquise

Forro Glasroc X

ISOLAMENTO

Isolamento das paredes

Lã de vidro 100MM

BASE DE PAREDES

Base de paredes

Manta asfáltica

Valor total da proposta:

R\$ 5.056.390,64

Informações complementares

- Esta proposta foi elaborada com base no projeto e quaisquer alterações implicam em revisão dos valores;
- Frete a verificar e confirmar local de entrega.

PRAZO DE VALIDADE:

15 dias úteis.

Forma de Pagamento: a combinar

Sendo o que temos a apresentar, ficamos no seu aguardo e a sua disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente.

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Center Steel. (Conclusão)

PROPOSTA COMERCIAL

Somatório das propostas

Estrutura em LSF	-----	R\$ 5.692.717,15
Revestimento	-----	R\$ 5.056.390,64
<hr/>		
Total	—————	R\$ 10.749.107,79

Também oferecemos outros serviços:

- Compatibilização;
- Projeto estrutural de fundação;
- Projeto de instalações.

Se houver interesse, favor nos contatar

Att,

Eduardo Giordano

eduardo@centersteel.com.br

51999512019

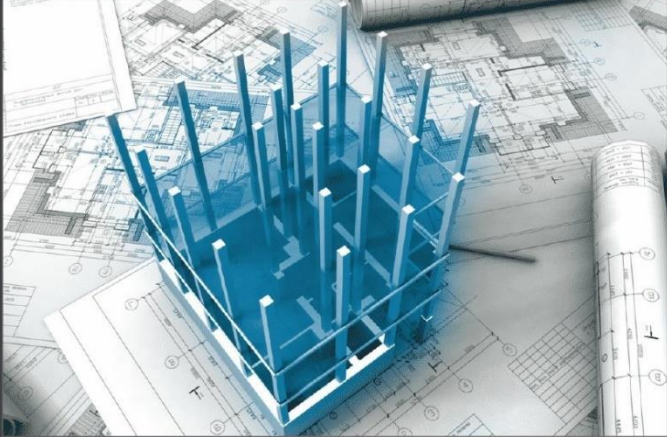
ANEXO C

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Tría para a mão de obra (Continua...)

TRÍA^{eng}

Proposta Comercial

Projeto:
Prédio ABI



7

TRÍA^{eng}

Projeto e Informações Orçamentárias



Metragens Construtivas	
Obra:	Prédio ABI
Data:	15/02/2023
Local:	Jaguariuna
Área construtiva/m ² :	11200,00
Área de fundação/m ² :	0,00
Período de obra:	18 meses

8

Fonte: Tría Engenharia (2023).

Orçamento para o método *light steel frame* empresa Tría para a mão de obra (Conclusão).

TRÍA^{eng} **Proposta Detalhada - Orçamento e Cronograma**

Etapa	Orçamento Preliminar		Acumulado	Período
	\$	%		
Custos/Despesas operacionais	755.000,00	11,88%		
Projetos		0,00%	-	3,0 meses
Serviços preliminares	-	0,00%	-	2,0 meses
Limpeza e organização	-	0,00%	-	0,0 meses
Fundações	-	0,00%	-	2,0 meses
Estrutura	5.600.000,00	88,12%	5.600.000,00	5,0 meses
Cobertura	-	0,00%	5.600.000,00	1,0 meses
Instalações elétricas	-	0,00%	5.600.000,00	4,0 meses
Instalações hidráulicas	-	0,00%	5.600.000,00	4,0 meses
Impermeabilização	-	0,00%	5.600.000,00	1,0 meses
Revestimentos (Mão de obra)	-	0,00%	5.600.000,00	3,0 meses
Pintura (Mão de obra)	-	0,00%	5.600.000,00	1,0 meses
Área externa	-	0,00%	5.600.000,00	5,0 meses
Outros	-	0,00%		
Sub-Total	R\$ 6.355.000,00			

12

Fonte: Tría Engenharia (2023).