

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL - GUARAPUAVA  
ENGENHARIA CIVIL

MATHEUS PIANCA STIER

**ANÁLISE ECONÔMICA ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS: CONCRETO  
ARMADO E LIGHT STEEL FRAME**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

GUARAPUAVA

2021

MATHEUS PIANCA STIER

**ANÁLISE ECONÔMICA ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS: CONCRETO  
ARMADO E LIGHT STEEL FRAME**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Civil do Curso de Engenharia  
Civil da Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná (UTFPR) do Campus  
Guarapuava

Orientador: Prof. Me. Adriano Martins de  
Souza

GUARAPUAVA  
2021

## **ATA DA DEFESA**

Realizou-se no dia **18 de maio de 2021, às 8h30min**, no Câmpus Guarapuava da UTFPR, a defesa Trabalho de Conclusão de Curso, como requisito parcial para aprovação do aluno **Matheus Pianca Stier**, na disciplina de TCC2 do Curso de Engenharia Civil intitulado: **ANÁLISE ECONÔMICA ENTRE OS MÉTODOS CONSTRUTIVOS: CONCRETO ARMADO E LIGHT STEEL FRAME.**

A Banca foi composta pelo Presidente:

**Prof. Me. Adriano Martins de Souza** (Orientador), e pelos seguintes membros:

**Prof. Dr. Rodrigo Scoczynski Ribeiro**

**Prof. Me. Jean Lucas dos Passos Belo**

Guarapuava, 18 de maio de 2021.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, pela minha formação, suporte, paciência e conselhos por toda minha vida acadêmica.

Em especial minha irmã Natália e meu orientador Prof. Me. Adriano Martins de Souza, por todo o apoio, tempo e atenção dedicados na tirada de dúvidas e orientações, que foram primordiais para a realização desse trabalho.

A minha namorada e todos os meus colegas, que tornaram todos esses anos de graduação momentos especiais contribuindo para que mais esse objetivo fosse atingido.

STIER, M. P. **Análise Econômica Entre Os Métodos Construtivos: Concreto Armado E Light Steel Frame.** 2021. 98f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2021.

## RESUMO

Com o objetivo de reduzir o déficit habitacional do país, principalmente para a população mais carente que depende dos conjuntos habitacionais, nos últimos anos o governo realizou grandes investimentos e incentivos financeiros para a população, aquecendo o mercado da construção civil. Dessa forma é de suma importância realizar pesquisas sobre os tipos de sistemas construtivos existentes, analisando suas principais características e relacionando suas vantagens e desvantagens, para otimizar esses novos empreendimentos. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de viabilidade econômica entre os sistemas construtivos, *Light Steel Frame* (LSF) e concreto armado em alvenaria convencional na execução de uma edificação residencial no município de Guarapuava-PR. Analisou-se o projeto base, orçamento, tempo de execução e viabilidade econômica, com o intuito de encontrar qual método possuía maior potencial econômico. Foi observado que após a análise da viabilidade econômica o método *Light Steel Frame* (LSF) mostrou-se mais viável para o governo e o método convencional mais viável para investidores.

**Palavras-Chave:** Habitação popular. Sistemas construtivos. Light Steel Frame. Orçamento de obra. Viabilidade econômica.

STIER, M. P. **Economic Analysis Between the Construction Methods: Reinforced Concrete and Light Steel Frame.** 2021. 98 pages. Course Conclusion Paper (Bachelor of Civil) - Federal University of Technology – Paraná, Guarapuava, 2021.

### **ABSTRACT**

Aiming to reduce the housing deficit in the country, especially for the needy population that depends on housing developments, in recent years the government has made large investments and financial incentives for the population, heating up the civil construction market. Thus, it is of utmost importance to conduct research on the types of existing building systems, analyzing their main characteristics and relating their advantages and disadvantages, in order to optimize these new developments. In this context, this paper aims to conduct an economic feasibility study between the construction systems, Light Steel Frame (LSF) and reinforced concrete with conventional masonry in the execution of a residential building in the city of Guarapuava-PR. The base project, budget, execution time and economic viability were analyzed, in order to find which method had greater economic potential. It was observed that after the analysis of economic feasibility the Light Steel Frame (LSF) method was more feasible for the government and the conventional method more feasible for the investor.

**Keywords:** Popular Housing. Construction Systems. Light Steel Frame. Construction budget. Economic viability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os sistemas construtivos em concreto armado com alvenaria convencional .....	17
Figura 2 - Sistema construtivo Light Steel Frame .....	18
Figura 3 - Exemplo de fundação em radier .....	19
Figura 4 - Esquema Geral de Ancoragem Química com Barra Roscada .....	20
Figura 5 - Esquema de Transferência de Cargas à Fundação .....	21
Figura 6 - Painel típico do sistema LSF .....	22
Figura 7 - Detalhamento de parafusos auto-atarrachantes .....	22
Figura 8 - Esquema da Transferência de Cargas em a) Painel Estrutural com Abertura e b) conexões .....	23
Figura 9 - Estrutura de contravento em LSF .....	24
Figura 10 - Solicitação das diagonais de contraventamento .....	24
Figura 11 - Fechamento com placas OSB .....	25
Figura 12 - Placas OSB .....	25
Figura 13 - Detalhe de vergalhões CA – 50 .....	28
Figura 14 - Detalhes das armaduras de a) vigas e b) pilares .....	28
Figura 15 - Sistemas de vedação com blocos cerâmicos .....	29
Figura 16 - Métodos para coberturas: a) tesoura e b) telhado convencional em madeira .....	30
Figura 17 - Instalação de condutores em LSF .....	30
Figura 18 - Instalação de condutores em Alvenaria convencional .....	31
Figura 19 - Curva ABC .....	34
Figura 20 - Análise de Investimento como área de síntese .....	35
Figura 21 - Fluxograma metodológico .....	42
Figura 22 - Planta baixa do projeto base para os dois métodos construtivos .....	44
Figura 23 - Corte AA .....	45
Figura 24 - Corte BB .....	45
Figura 25 - Diagrama de Fluxo de Caixa – Método Convencional .....	67
Figura 26 - Diagrama de Fluxo de Caixa – Light Steel Frame (LSF) .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tempo de venda estimado, conforme o tipo de empreendimento.....	43
Tabela 2 - Orçamento de cada item para o método convencional .....	47
Tabela 3 - Custo das etapas construtivas do método concreto armado .....	52
Tabela 4 - Orçamento de cada item para o método LSF .....	53
Tabela 5 - Custo das etapas construtivas do método concreto armado .....	57
Tabela 6 - Cronograma de obra para o concreto armado .....	60
Tabela 7 - Cronograma de obra para LSF.....	63
Tabela 8 - Prazos totais em meses, conforme o empreendimento .....	66
Tabela 9 - Resultados do método convencional ao aplicar as ferramentas da Engenharia Econômica .....	67
Tabela 10 - Resultados do método LSF ao aplicar as ferramentas da Engenharia Econômica.....	68
Tabela 11 - Dados comparativos de viabilidade econômica entre o método convencional e LSF .....	69



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	12
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
3.1 DÉFICIT HABITACIONAL .....	13
3.2 PROGRAMAS HABITACIONAIS.....	14
3.3 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO .....	16
3.3.1 Alvenaria Convencional em Concreto Armado .....	16
3.3.2 Sistema construtivo <i>Light Steel Frame</i> (LSF) .....	17
3.4 ETAPAS CONSTRUTIVAS DOS MÉTODOS LIGHT STEEL FRAME E CONCRETO ARMADO EM ALVENARIA CONVENCIONAL .....	18
3.4.1 Fundação .....	19
3.4.2 Ancoragem.....	20
3.4.3 Estrutura.....	20
3.4.4 Estrutura Concreto Armado.....	26
3.4.5 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias .....	30
3.5 ORÇAMENTO .....	31
3.6 VIABILIDADE ECONÔMICA .....	35
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	40
4.1 ETAPAS E PROCEDIMENTOS .....	41
4.2 ANÁLISE ECONÔMICA .....	42
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	44
5.1 PROJETO BASE .....	44
5.2 ORÇAMENTO DE CUSTOS .....	46
5.2.1 Orçamento de Custos - Concreto Armado .....	46
5.2.2 Orçamento de Custos - Light Steel Frame .....	52
5.2.3 Análise Comparativa: Orçamento de Custos.....	57

5.3 CRONOGRAMA DE OBRA.....	59
5.4 VIABILIDADE ECONÔMICA .....	66
5.4.1 Análise de Investimentos - Concreto Armado .....	67
5.4.2 Análise de Investimentos - Light Steel Frame .....	68
5.4.3 Análise Comparativa – Viabilidade Econômica .....	69
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>APÊNDICE A - PROJETOS COMPLEMENTARES .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE B - ORÇAMENTOS .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE C – MEMORIAL DE CÁLCULO VIABILIDADE ECONÔMICA .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO A - TABELA DE ENCARGOS SOCIAIS (FOLHA DE SALÁRIOS) - SEM DESONERAÇÃO .....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil apresentou um grande crescimento populacional urbano. De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) a maior parte da população brasileira, 84,72%, vive em áreas urbanas (IBGE, 2015). Por esse e outros motivos como falta de políticas públicas, falta de planejamento e infraestrutura, o país apresenta um grande déficit habitacional que está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias que não apresentam condições de serem habitadas devido à precariedade das construções ou em virtude de desgaste de estrutura física (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2018).

De acordo com o censo de 2015 feito pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), o déficit habitacional no Brasil é de 6,4 milhões de moradias, já no Paraná esse número chega a 290 mil. Afim de melhorar esse cenário o governo criou em parceria com a Caixa Econômica Federal, vários programas habitacionais como Minha Casa Minha Vida, Habitar Brasil e Programa Morar Melhor, planejando e produzindo habitações em larga escala. Dessa forma a engenharia vem com objetivo de melhorar a situação do país trazendo soluções para otimizar a construções e também trazer sustentabilidade para os programas do governo.

Esses programas em sua maioria são executados em concreto armado que é caracterizado pela ligação do concreto com barras de aço, pois em conjunto os dois materiais adquirem uma perfeita aderência, de maneira que ambos suportem os esforços a que são submetidos (SOUZA JÚNIOR, 2016). Esse sistema construtivo apresenta vantagens como facilidade em execução, mão de obra em abundância, por ser um sistema convencional no país, e grande resistência pela união das características do ferro e concreto, porém é um método construtivo que tem um impacto ambiental considerável devido a geração de resíduos e um tempo maior de execução.

Em contrapartida, o *Light Steel Frame* (LSF), permite a execução do empreendimento com menor tempo de execução, apresenta tecnologias racionais preservando o desperdício, e ainda traz inovações em sustentabilidade, por apresentarem menor quantidade de materiais, dessa maneira esse foi um dos principais motivos do LSF como objeto de estudo.

O método *Light Steel Frame*, é designado como um sistema autoportante de construção a seco em aço (RODRIGUES, 2006).

Nesse contexto, a utilização de novas tecnologias e serviços podem contribuir com a diminuição do tempo de execução dos empreendimentos e dos custos. Além disso, estes novos sistemas possuem um apelo sustentável, já que reduz significativamente a produção de resíduos de construção civil (RCC).

Para realizar esses programas da melhor forma possível é necessário realizar estudos na busca de inovações na construção civil, para facilitar os investimentos em programas habitacionais e trazer um melhor desempenho na execução das edificações, de modo mais sustentável.

Portanto para melhorar o desempenho dos programas habitacionais e inovar a construção civil no Paraná, o presente estudo tem por objetivo realizar um estudo comparativo entre os sistemas construtivos: concreto armado em alvenaria convencional e *Light Steel Frame* (LSF) elencando as vantagens e desvantagens dos sistemas, levantando dados orçamentários, de tempo de execução, e viabilidade econômica, a fim de se concluir qual método é mais viável economicamente e apresentar medidas mitigadoras para os problemas atuais.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo de viabilidade econômica entre os sistemas construtivos, *Light Steel Frame* (LSF) e concreto armado em alvenaria convencional, na execução de uma edificação residencial de 56,7 m<sup>2</sup>.

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar uma construção residencial que represente o cenário do município de Guarapuava, no Estado do Paraná;
- Identificar os custos unitários de serviços em ambos os sistemas construtivos;
- Avaliar o prazo de execução de cada sistema.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 DÉFICIT HABITACIONAL

De acordo com a Fundação João Pinheiro – FJP (2018) o déficit habitacional é um conceito ligado diretamente as deficiências do estoque de moradias. Os principais fatores que são levados em consideração no cálculo habitacional se limitam a: habitações precárias, coabitação familiar, ônus excessivo do aluguel urbano e por último, o adensamento excessivo de moradores em domicílios alugado. O déficit habitacional pode ser entendido, portanto, como déficit por reposição de estoque e déficit por incremento de estoque (IBGE, 2015).

As habitações precárias consideram os domicílios rústicos e os domicílios improvisados no seu cálculo, de forma a analisar os dois parâmetros juntos. O conceito de domicílios improvisados engloba todos os locais e imóveis sem fins residenciais e lugares que servem como moradia alternativa (imóveis comerciais, embaixo de pontes e viadutos, carcaças de carros abandonados, barcos, cavernas, entre outros), o que indica claramente a carência de novas unidades domiciliares (FJP, 2018). Já os domicílios rústicos referem-se às depreciações das moradias.

Outro fator de grande importância a ser levado em conta para o déficit habitacional é a coabitação familiar. O conceito de coabitação era definido pela soma das famílias conviventes secundárias que viviam junto à outra família no mesmo domicílio e das que viviam em cômodo – exceto os cedidos pelo empregador (FJP, 2018). Devido a falta de eficiência dos dados, era inviável identificar realmente a parcela que deveria ser considerada, por esse motivo em 2007 houve uma mudança, com a introdução de dois novos questionários básicos da PNAD 2007 (variáveis V0409 e V0410). Essas novas questões possibilitaram reconhecer as pessoas que realmente estariam interessadas em ter um domicílio exclusivo, constituindo então déficit habitacional.

O terceiro fator do déficit habitacional é o ônus excessivo com aluguel urbano, que de acordo com a FJP (2018), consiste no número de famílias que possuem até 3 salários mínimos como renda mensal que moram em casas ou apartamentos e que gastam mais de 30% de sua renda com o aluguel.

O quarto componente do déficit, é o adensamento excessivo de moradores em domicílios alugados. Segundo a FJP (2018) a partir de 2007, passou-se a considerar déficit habitacional um percentual dos domicílios com adensamento excessivo. Nesse cenário não existe uma viabilidade do morador reformar o imóvel nem efetuar uma venda para assim se deslocar para um local que suporte sua demanda familiar, tornando um caso típico de inadequação de domicílios.

A seguir, apresenta-se uma metodologia (Quadro 1) que sintetiza os fatores de cálculo do déficit habitacional.

Quadro 1 – Metodologia de cálculo do Déficit Habitacional – 2015

Componentes e subcomponentes do déficit habitacional		Unidades espaciais	Localização	Atributos
Habitação precária	Domicílios rústicos	Brasil, Unidades da Federação e regiões metropolitanas selecionadas	Urbano e rural	Faixas de rendimento em salários mínimos
	Domicílios improvisados			
Coabitação familiar	Famílias conviventes			
	Cômodo			
Ônus excessivo com aluguel				
Adensamento excessivo de domicílios alugados				

Fonte: FJP (2018)

### 3.2 PROGRAMAS HABITACIONAIS

O déficit habitacional é um problema muito comum no Brasil (cerca de 6,4 milhões de moradias) e vem sendo enfrentado desde meados do século XIX, devido ao grande crescimento populacional urbano, atualmente representado por 84,72% de toda a população, e a falta de políticas públicas no país (IBGE, 2015). Este conceito está totalmente atrelado a situação socioeconômica do país e suas raízes históricas de desigualdade social.

“Sob uma perspectiva sociológica, o problema da moradia revela o dinamismo e a complexidade de determinada realidade socioeconômica. As necessidades do habitat, nesse sentido, não se limitam exclusivamente a um objeto material, [...] mas dependem da vontade coletiva e se articulam às condições culturais e a outros aspectos da dimensão individual e familiar” (BRANDÃO, 1984, p. 103).

Afim de solucionar o problema de falta de moradia no país, o governo tem investido em políticas públicas resultando em grandes programas habitacionais, que consistem em incentivos financeiros e grande liberação de crédito para a população realizar financiamentos para construir uma moradia própria, com uma taxa de juros bem abaixo do mercado.

Em 1964, o governo criou o Sistema Financeiro de Habitação (SFH) que atuava através do Banco Nacional de Habitação (BNH). Seu principal objetivo era a extinção das favelas, conglomerados e moradias que não eram habitáveis, investindo em construções de novas casas para pessoas de baixa renda. Porém, em 1986, o BNH foi extinto e a Caixa Econômica Federal (CEF) tornou-se o órgão gerenciador do SFH, concedendo ao Banco Central do Brasil a função de regular os depósitos das poupanças e fiscalização (FERREIRA, 2009).

De 1986 até 1994 o setor habitacional apresentou mudanças importantes, porém, segundo Carmo (2006), a crise institucional aumentou com o desligamento do BNH. Com a constituição de 1988 e a reforma do estado, ocorreu uma descentralização do poder, redefinindo as competências e passando a responsabilidade dos programas sociais para os estados e municípios, dentre eles, os programas de habitação.

No ano de 2003, o ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva criou o Ministério das Cidades, que passou a ser o órgão responsável pela Política de Desenvolvimento Urbano Integrado e, dentro dela, pela Política Setorial de Habitação (THOMAZ *et al.*, 2009). Em 2004, após a Conferência Nacional das Cidades, que foi realizada um ano antes, foi aprovado o documento "Política Nacional de Habitação", que consistia em declarar a importância da ação estatal na problemática habitacional, ressaltando a inclusão da função social da propriedade urbana entre os princípios da política (MACHADO, 2008).

Em março de 2009, o ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva, lançou o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), que tinha como objetivo reduzir em 14% o déficit habitacional no país, criando medidas para incentivar o aquecimento do setor da construção civil e à aquisição de novas unidades habitacionais, focando nas populações que tinham como renda até dez salários mínimos, faixa que corresponde ao maior percentual de déficit habitacional (THOMAZ *et al.*, 2009). Em parceria com a Caixa Econômica Federal (CEF), o governo investiu cerca de R\$ 34 bilhões, dos quais R\$ 25,5 bilhões eram provenientes do Orçamento Geral da União e R\$ 8,5 bilhões do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS). Dessa forma, entre 2009 e 2010, para as famílias com até três salários mínimos, foram emitidos contratos para cerca de 626 mil unidades habitacionais, e para as famílias de três a dez salários mínimos, foram contratadas 492 mil unidades, no mesmo período.



### 3.3 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO

#### 3.3.1 Alvenaria Convencional em Concreto Armado

##### 3.3.1.1 Concreto armado

De acordo com Santos (2006), o sistema construtivo realizado em estrutura de concreto armado e alvenaria convencional, nos últimos anos apresentou pouco ou nenhum avanço nos processos de fabricação e execução, no entanto, é um dos métodos mais utilizado no atual cenário brasileiro. O concreto armado combina a resistência à compressão com a resistência mecânica do aço (BASTOS, 2006).

A composição do concreto envolve os agregados brita e areia com cimento e água que conferem a alta resistência a compressão. Já o aço composto por carbono e ferro apresenta elevada resistência a tração. Portanto, a inclusão das armaduras de aço no concreto permite a construção de grandes vãos (SANTOS, 2006). Os projetos de estruturas em concreto armado são regidos pela norma ABNT NBR 6118, que especifica todos os requisitos necessários para execução desse tipo de obra.

##### 3.3.1.2 Alvenaria de vedação

De acordo com Thomaz *et al* (2009) a alvenaria convencional, ou alvenaria de vedação, é aquela destinada a dividir espaços e preencher aberturas de estruturas. Quando empregada com a função de vedação, não possui resistência a imposição de cargas verticais, sendo necessário suportar apenas seu próprio peso e pequenas cargas acidentais decorrentes da utilização do ambiente, ao qual está sendo empregada. Ainda segundo os autores, alvenaria convencional é frequentemente utilizada associada a estruturas de concreto, aço e concreto armado.

Os sistemas construtivos em concreto armado com alvenaria convencional (Figura 1), são compostos por vigas, lajes e pilares, utilizando a alvenaria para a vedação do sistema. O peso próprio da estrutura é distribuído para as lajes, vigas e pilares, tornando a alvenaria como "não – portante", sem função estrutural. Após a construção das estruturas de concreto armado, levantam-se as paredes, sendo preciso "rasgá-las" para a instalação dos sistemas hidráulicos e elétricos. E por fim se executa o revestimento dessas estruturas utilizando chapisco, massa e pintura (SOUZA, 2013).

Figura 1 - Os sistemas construtivos em concreto armado com alvenaria convencional



Fonte: PAULUZZI (2020)

### 3.3.2 Sistema construtivo *Light Steel Frame* (LSF)

O método construtivo *Light Steel Frame* (LSF) é considerado uma inovação no cenário brasileiro, porém sua origem é do início do século XX, em 1933. Com o grande crescimento da indústria de aço no Estados Unidos, surgiram alguns protótipos de residência que utilizavam perfis de aço, inovando a indústria e substituindo a madeira (SAINT-GOBAIN, 2011).

Nos países que possuem a construção civil atrelada aos processos industriais na produção de sistemas construtivos, como Estados Unidos, Japão, Canadá, Inglaterra, esse método é utilizado há mais de 30 anos (PENNA, 2009). Contudo, no Brasil, seu surgimento foi a partir de 1988, tendo sua demanda crescendo até os dias de hoje, pelos investimentos em conjuntos habitacionais e moradias em larga escala, aproveitando as vantagens de racionalização e alta produtividade.

De acordo com Santiago, Freitas e Crasto (2012) o LSF é um método construtivo de concepção racional, que tem como principal característica ser constituída por perfis de aço galvanizados de pequena espessura formados a frio, que são utilizados para a composição de painéis autoportantes, vigas de piso, estruturas de treliças e demais componentes.

Outra definição, segundo Consul Stell (2002), fundamenta ser um sistema composto de um esqueleto estrutural em aço, combinando vários elementos individuais que funcionam de forma eficaz entre si, sendo chamados de "subsistemas", sendo eles estrutural, fundação, isolamento acústico, vedações internas e externas, instalações elétricas e hidráulicas.

O LSF (Figura 2) em sua maioria, é formado por perfis de aço a seco, que dispensam o uso de água na sua execução. Estes perfis são obtidos através da conformação contínua em conjuntos de matrizes rotativas, utilizando bobinas laminadas a frio ou quente, sendo as operações realizadas com aço a temperatura ambiente (RODRIGUEZ, 2006). O autor Bateman (1998) ainda salienta que o uso dos perfis substituindo a madeira, possibilitou uma maior resistência e eficiência estrutural do aço, tendo uma melhor resposta a catástrofes naturais como furacões e terremotos, comum em alguns países da Europa e Oriente.

Com a necessidade de inovação no Brasil, esse sistema está sendo cada vez mais considerado na escolha dos métodos construtivos, por motivos citados por Santiago, Freitas e Crasto (2012) como: material de alta resistência; durabilidade e longevidade da estrutura; perfis de aço montados a seco, dispensando a água do processo; racionalização evitando desperdícios; rapidez na construção, dentre outros.

Figura 2 - Sistema construtivo *Light Steel Frame*



Fonte: VIVIAN, PALIARI E NOVAES (2015)

#### 3.4 ETAPAS CONSTRUTIVAS DOS MÉTODOS LIGHT STEEL FRAME E CONCRETO ARMADO EM ALVENARIA CONVENCIONAL.

Ao apresentar as etapas de construção dos dois métodos é notória a presença de etapas que são executadas da mesma forma entre ambos, contudo as etapas que demonstram diferenças serão apresentadas separadamente enfatizando o trabalho comparativo.

### 3.4.1 Fundação

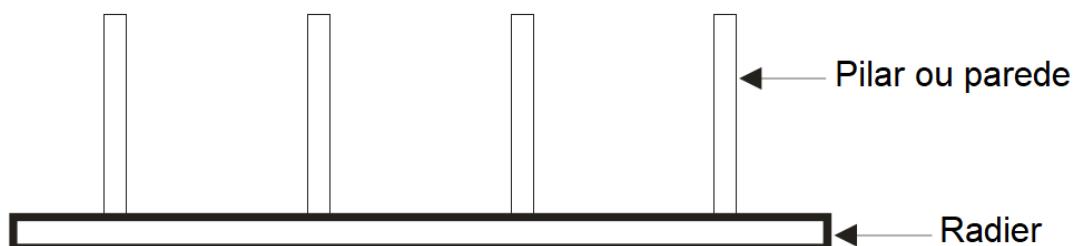
A escolha do tipo de fundação está diretamente ligada com o tipo de solo e as características das cargas do projeto (MOLINA; CALIL, 2010), quando se trata do método *Light Steel Frame*, o fato do sistema de estrutura ser constituído por aço galvanizado e apresentar como característica um peso próprio relativamente inferior as outras técnicas (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012), é possível utilizar o mesmo conceito de fundação utilizado em métodos convencionais ou seja a utilização de fundações mais simples como radier e sapatas corridas para estruturas mais leves, se atentando a impermeabilização, afim de evitar patologias como umidade na edificação. Para o método convencional, por se tratar de uma edificação com baixa metragem, uma quantia relativamente baixa de cargas, e uniformização de recalques o radier se apresenta como uma boa solução para esse sistema.

#### 3.4.1.1 Radier

O radier é uma estrutura de fundação superficial, que tem como característica receber todas as cargas de pilares ou alvenarias de edificação de forma uniforme, transmitindo ao solo em que está inserido (DÓRIA, 2007). O autor ressalta ainda que este tipo de fundação pode ser escolhido por diversas razões tais como: baixa capacidade de carga do solo, uniformização de recalques, ou também em situações em que as áreas das sapatas se aproximam uma das outras.

Segundo o American Concrete Institute – ACI (2006) o radier (Figura 3) é considerada uma laje continuamente suportada pelo solo, podendo apresentar estrutura uniforme ou de espessura variável, sendo constituída de concreto armado, concreto protendido ou até mesmo, concreto reforçado.

Figura 3 - Exemplo de fundação em radier



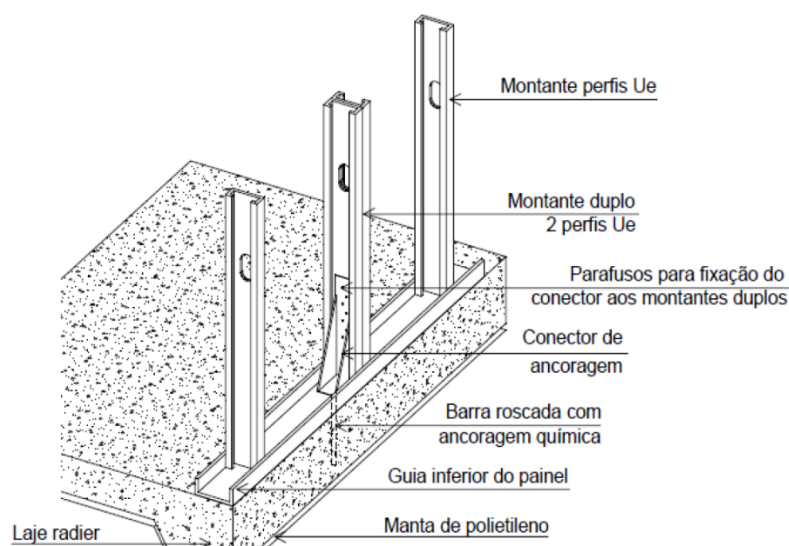
Fonte: DÓRIA (2007)

### 3.4.2 Ancoragem

A ancoragem é um fator de extrema importância para ser considerado por uma edificação, principalmente quando se trata de estruturas leves como o método *Light Steel Frame*, pois, devido a ação do vento a estrutura pode sofrer com esforços de rotação e translação, dessa forma, é preciso adotar medidas afim de impedir o deslocamento dos mesmos (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

O tipo de ancoragem (Figura 4) depende de fatores como: carga na estrutura, tipo de fundação, condições climáticas e ambientais. Os tipos de ancoragem mais utilizadas são a química com barra rosca e expansível com parabolts (CONSUL STEEL, 2002).

Figura 4 - Esquema Geral de Ancoragem Química com Barra Roscada



Fonte: SANTIAGO, FREITAS E CRASTO (2012)

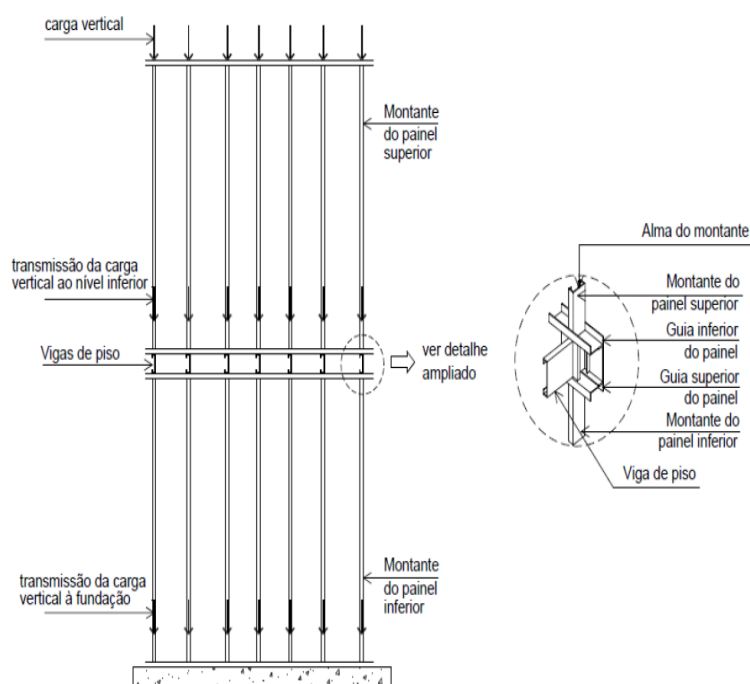
### 3.4.3 Estrutura

#### 3.4.3.1 Light Steel Frame (LSF)

Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012), os painéis de LSF podem assumir duas funções distintas, a primeira delas se comportando como não-estruturais, quando funcionam apenas como fechamento ou vedação, e a segunda como autoportantes, cuja função é a transmissão de cargas em que está submetido diretamente para a fundação e ainda servir como objeto de vedação.

Os painéis que compõem as estruturas verticais podem ser de seção transversal do tipo U enrijecido, chamados montantes, ou elementos horizontais de seção transversal U, conhecidas como guias, assim os painéis verticais transmitem cargas através de suas almas, que são descarregados na fundação (SAINT – GOBAIN, 2011). Estes painéis precisam estar em uma configuração correta com suas seções em coincidência de um nível ao outro, sustentando o conceito de estrutura alinhada, representado na Figura 5.

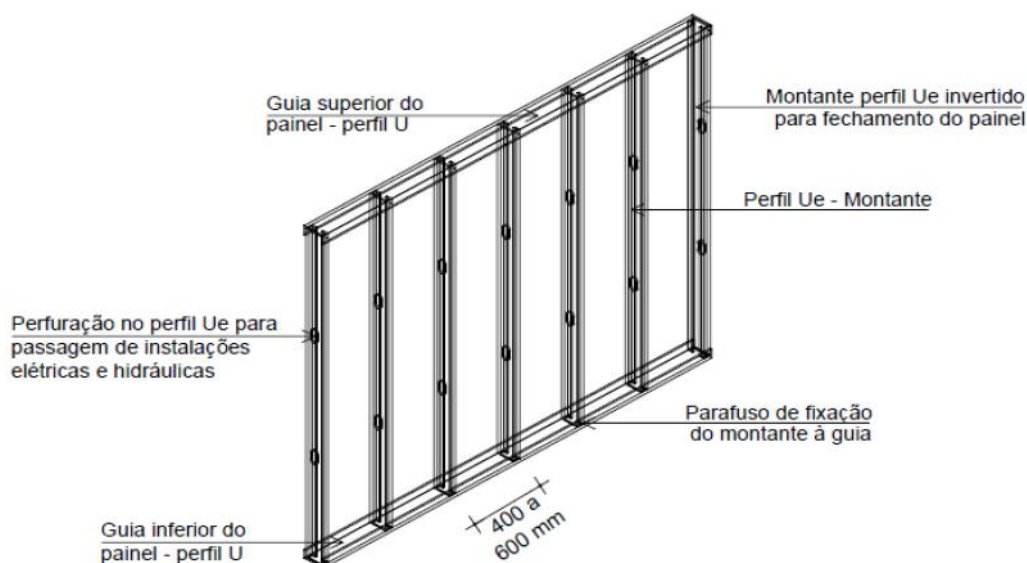
Figura 5 - Esquema de Transferência de Cargas à Fundação



Fonte: SANTIAGO, FREITAS E CRASTO (2012)

O dimensionamento das distâncias entre os montantes é calculada de acordo com as cargas que serão submetidas, mas geralmente essa distância é entre 400 e 600 mm e também é chamada de modulação. Com o objetivo de constituir um quadro estrutural (Figura 6), os montantes são travados em seus extremos superior e inferior pelas guias, sendo que o comprimento das guias define a largura do painel e o do montante a sua altura (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

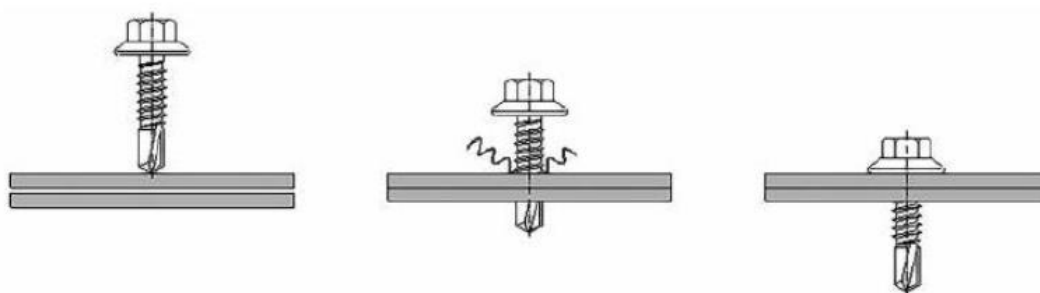
Figura 6 - Painel típico do sistema LSF



Fonte: SANTIAGO, FREITAS E CRASTO (2012)

Em relação a união dos perfis da estrutura LSF, um dos métodos mais utilizados para fixação é através de parafusos galvanizados auto-atarrachantes (Figura 7), podendo ter função estruturais ou de montagem (RODRIGUES; CALDAS, 2016).

Figura 7 - Detalhamento de parafusos auto-atarrachantes

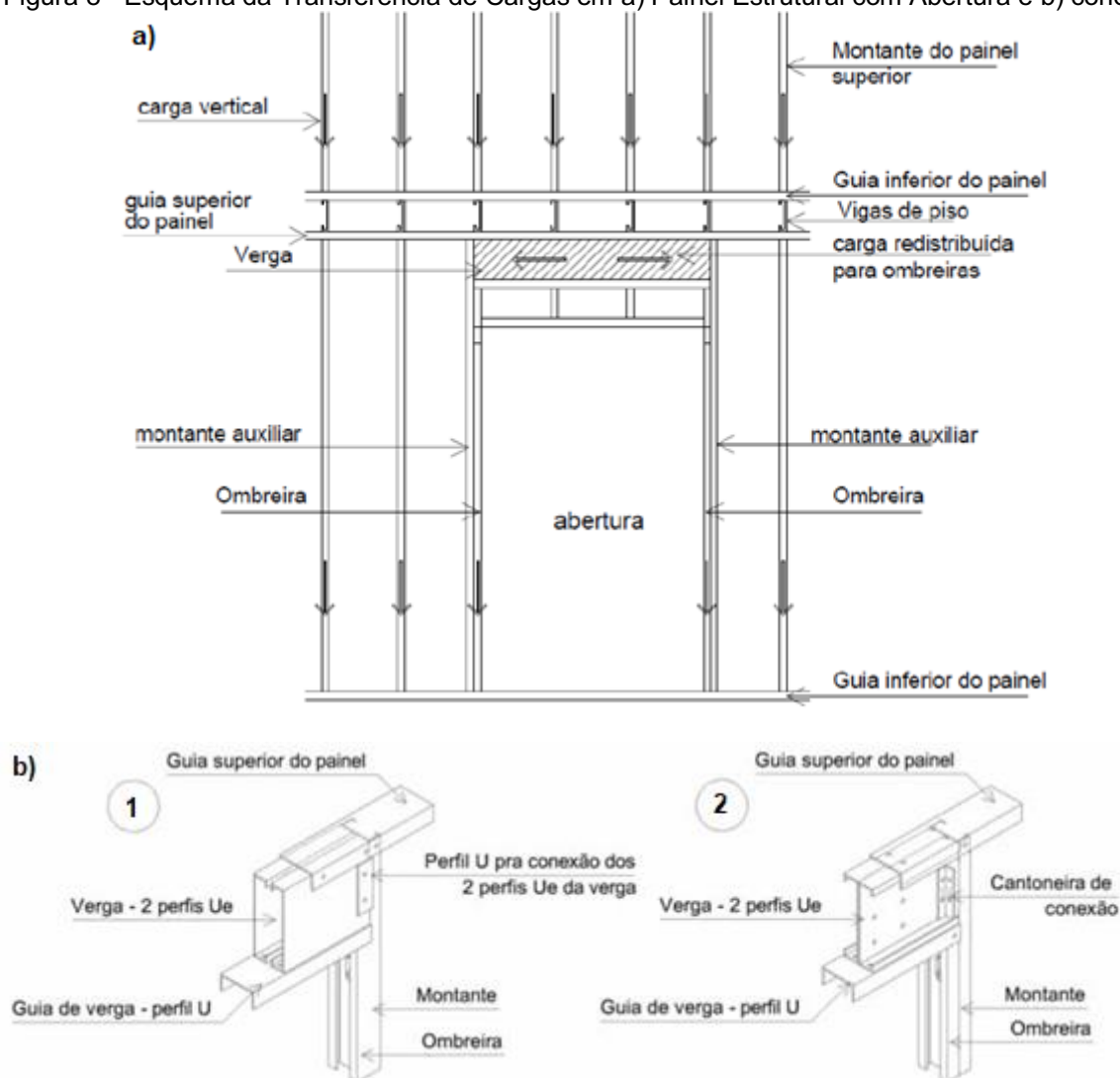


Fonte: RODRIGUES e CALDAS (2016)

No processo de montagem dos perfis, quando se encontra uma abertura como portas e janelas se faz necessário a utilização de elementos estruturais como vergas (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Os autores ressaltam ainda que esses elementos são compostos por meio de peças fixadas em sua extremidade, geralmente com peças de perfil U. Neste caso é utilizado um painel chamado guia da verga que é fixada nas mesas inferiores, conectando as ombreiras, sendo que o dimensionamento das quantidades de ombreiras é definido pelo cálculo estrutural. A Figura 8 mostra um esquema das vergas e aberturas em LSF.

Figura 8 - Esquema da Transferência de Cargas em a) Painel Estrutural com Abertura e b) conexões



Fonte: SANTIAGO, FREITAS E CRASTO (2012)

Os montantes não possuem resistência suficiente para resistir aos esforços horizontais separadamente, geralmente ocasionadas pelo vento acarretando deformações e até um possível colapso da estrutura (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO,2012). Dessa forma, é necessário promover ligações rígidas que são capazes de promover a transferência de cargas para a fundação. As combinações mais comuns para resistir esses esforços são: I) uso de contra ventamentos nos painéis, combinado ao diafragma rígido no plano de piso que atua transmitindo os esforços aos painéis contra ventados. II) fechamento da estrutura com placas que funcionem como diafragmas rígidos no plano vertical (painéis).

Ainda segundo os autores, dentre as formas de estabilização existente, a mais comum é o contravento. Trata-se de uma estrutura em LSF, que utiliza fita de aço

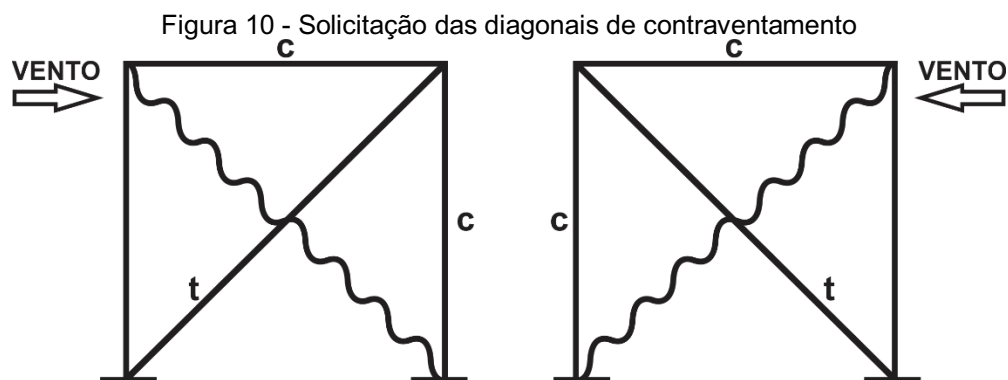


galvanizados em "X" (Figura 9), fixadas na face dos painéis. Suas diagonais (Figura 10) são solicitadas com os esforços de tração ou de compressão seguindo a direção da força do vento sendo que o dimensionamento dessas estruturas é definido pelo projeto de estrutural.

Figura 9 - Estrutura de contravento em LSF



Fonte: MENDES, 2015



Fonte: SANTIAGO, FREITAS E CRASTO (2012)

Com o propósito de realizar o fechamento externo da estrutura, é possível utilizar painéis estruturais, como parede diafragma, resistindo a cargas laterais e aumentando a resistência da estrutura (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012). Um dos materiais mais utilizados são as placas OSB (*Oriented Strand Board*), que desempenham a função de diafragma rígido vertical e horizontal para edifícios (Figura 11).

Figura 11 - Fechamento com placas OSB



Fonte: FARIA (2014)

O OSB (Figura 12) é um tipo de painel estrutural que possui três camadas perpendiculares, feitas de tiras de madeira conectadas por resinas prensadas sob alta temperatura. Essa configuração aumenta sua rigidez e a resistência mecânica (MASISA, 2003).

Devido ao seu peso próprio reduzido, esse tipo de material possui fácil manuseio tanto em relação a transporte, quanto a montagem das placas. Dessa forma, são utilizados para forros, pisos, auxílio em coberturas e, nesse caso, para fechamento de paredes (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO (2012).

Figura 12 - Placas OSB



Fonte: TECNOFRAME (2019)

Com relação ao dimensionamento dessas placas estruturais, os autores ainda enfatizam que a espessura varia de acordo com a forma que será utilizada (Quadro 2). De forma semelhante aos painéis, sua fixação é realizada por parafusos auto brocantes e auto-atarraxantes, respeitando um distanciamento mínimo de 15mm para

extremidades e 30mm para interiores de placa que se encontram em montantes. É necessário também, deixar um distanciamento de 3mm entre as placas, afim de evitar a dilatação.

Quadro 2 – Dimensões, peso e aplicações das placas OSB

<b>ESPESSURA (MM)</b>	<b>DIMENSÃO (MM)</b>	<b>PESO POR PLACA (KG)</b>	<b>APLICAÇÃO</b>
9,5	1,20 x 2,40	17,5	Paredes e telhados com perfis espaçados, a no máximo, 40 cm.
9,5	1,20 x 3,00	21,9	Paredes e telhados com perfis espaçados, a no máximo, 40 cm.
11,1	1,20 x 2,40	20,4	Paredes e telhados com perfis espaçados, a no máximo, 60 cm.
11,1	1,20 x 300	25,6	Paredes e telhados com perfis espaçados, a no máximo, 60 cm.
15,1	1,20 x 2,40	27,8	Paredes com perfis espaçados, a no máximo, 60 cm. Telhados espaçados a, no máximo, 80 cm. Pisos e lajes secas com perfis espaçados, a no máximo, 40 cm.
18,3	1,20 x 2,40	33,7	Pisos e lajes secas com perfis espaçados, a no máximo, 60 cm.

Fonte: Adaptado de LOUISIANA PACIFIC CORPORATION (LP) Brasil (2019)

### 3.4.4 Estrutura Concreto Armado

#### 3.4.4.1 Concreto

Na composição estrutural desse método convencional, uns dos seus principais elementos é o concreto, que se define como uma mistura homogênea constituído por cimento, água e agregados miúdos e graúdos, tornando-se opção, a inserção de aditivos químicos que modificam sua propriedade (BASTOS, 2006). De acordo com Barros e Melhado (1998), esse tipo de material pode ser produzido em obra por meio da betoneira, ou usinado, que garante a qualidade do produto e rapidez na aplicação nas formas. O concreto em conjunto com a armadura de aço define o concreto armado utilizado neste método.

#### 3.4.4.2 Formas

As formas são estruturas temporárias que possuem como objetivo moldar o concreto fresco. É também de suma importância encontrar o melhor tipo de forma para maximizar o sistema (COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO, 2007).

As formas precisam ser bem instaladas para suportarem as pressões da inserção do concreto, para posteriormente ocorrer a desforma com o concreto em estado correto. Segundo Barros e Melhado (1998) na execução das edificações é comum o uso da madeira em formas que moldam lajes, pilares, vigas e escadas, sendo utilizado tábuas, mas principalmente compensado. As principais funções das formas são (BARROS; MELHADO, 1998):

- Dar forma ao concreto – molde;
- Conter o concreto fresco e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para se sustentar por si só;
- Proporcionar à superfície do concreto a rugosidade requerida;
- Servir de suporte para o posicionamento da armação, permitindo a colocação de espaçadores para garantir os cobrimentos;
- Servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos;
- Servir de estrutura provisória para as atividades de armação e concretagem, devendo resistir às cargas provenientes do seu peso próprio, além das de serviço, tais como, pessoas, equipamentos e materiais;
- Proteger o concreto novo contra choques mecânicos e;
- Limitar a perda de água do concreto, facilitando a cura.

#### 3.4.4.3 Armaduras

O aço, fornecido em rolos (fios) ou mais comumente em barras (Figura 13), tem papel fundamental na estrutura de concreto armado. São empregados em formas de armaduras ou armação de componentes estruturais, sendo essas armaduras utilizadas nos pilares, vigas, lajes, vergas e elementos de fundação. Sua função estrutural se resume em absorver as tensões de tração e cisalhamento das estruturas, aumentando a resistência dos sistemas comprimidos (BARROS; MELHADO, 1998).

Figura 13 - Detalhe de vergalhões CA – 50



Fonte: Aço (2019)

De acordo com a NBR 7480, as barras de aço utilizadas para a confecção de armaduras são produzidas por laminação a quente, com diâmetro mínimo de 5,0 mm. Para a montagem das armaduras, é necessário realizar as ligações das barras e estribos (armação), utilizando arame cozido que variam entre nº 18 e nº 20. Na armação é fundamental o armador posicionar as barras e estribos de forma correta respeitando o projeto estrutural (BARROS; MELHADO, 1998). A Figura 14 apresenta os detalhes das armaduras de vigas e pilares.

Figura 14 - Detalhes das armaduras de a) vigas e b) pilares



Fonte: CHANDLER (s.d)

#### 3.4.4.4 Blocos Cerâmicos

Para a vedação do sistema concreto armado em alvenaria convencional (Figura 15), são utilizados os blocos cerâmicos que segundo a NBR 8042, corresponde a componente da alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares as faces que os contêm. O tijolo maciço cerâmico é produzido com argila por prensagem ou extrusão a uma temperatura ideal para garantir as condições exigidas pela NBR 7171.

Figura 15 - Sistemas de vedação com blocos cerâmicos



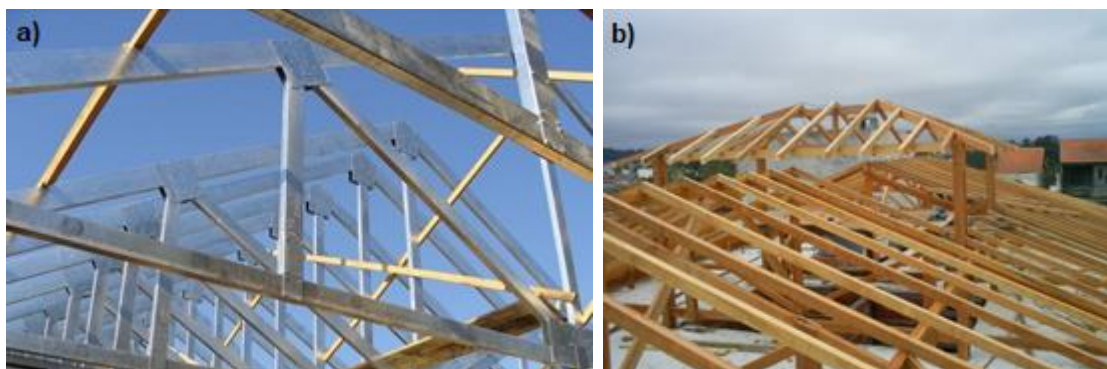
Fonte: ROSSI (s.d)

#### 3.4.4.5 Coberturas

No tocante a realização da cobertura do sistema LSF, é possível executar da mesma forma que as coberturas convencionais utilizados no sistema de concreto armado, por meio de vigas, terças, caibros e tesouras, podendo assim ser executado vários modelos, revelando semelhança nos projetos (FREITAS; CRASTO, 2006).

Uma possível diferença entre os métodos para a cobertura é a troca de madeira para o aço nos elementos do telhado. Segundo Santiago, Freitas e Crasto (2012) as treliças podem ser montadas no canteiro ou serem pré-fabricadas, utilizando em sua maioria perfis de seção Ue. Ainda segundo os autores, os telhados podem ser executados apenas com caibros e vigas ao invés de usar as tesouras, trazendo economia de aço para a estrutura. A figura 16 exemplifica as coberturas comumente utilizadas.

Figura 16 - Métodos para coberturas: a) tesoura e b) telhado convencional em madeira



Fonte: Aço (2019) e CONSTRUINDODECOR (2021)

### 3.4.5 Instalações Elétricas e Hidrossanitárias

Nas construções em LSF as instalações elétricas e hidrossanitárias são utilizadas das mesmas técnicas que em alvenaria tradicional, de forma que o desempenho das instalações nada muda em relação a técnica construtiva. De forma semelhante, os materiais e ferramentas para realizar a instalação desses elementos são os mesmos utilizados nas construções convencionais, sendo a única diferença alguns cuidados específicos de fixação pois as paredes do LSF não possuem massa em seu interior (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

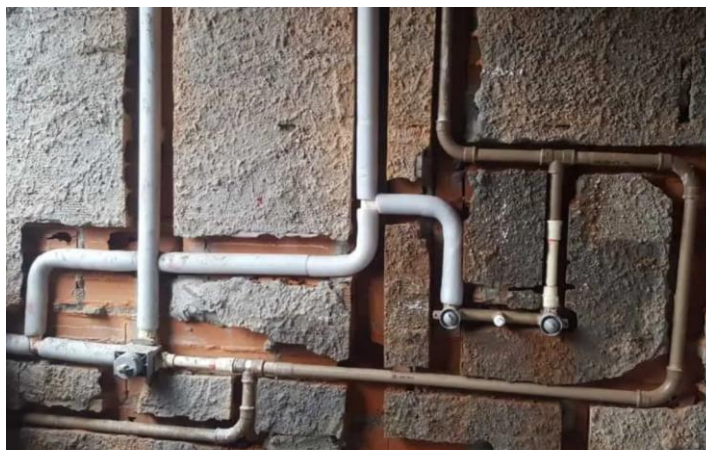
Segundo o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (2013) no LSF as instalações dos condutes são fixados internamente nas paredes e forros através de braçadeiras e fitas metálicas (Figura 17), sendo que no sistema em alvenaria convencional ocorre a quebra da parede para fixação e fechamento com reboco (Figura 18).

Figura 17 - Instalação de condutores em LSF



Fonte: ANGULLAR (s.d)

Figura 18 - Instalação de condutores em Alvenaria convencional



Fonte: MARTINS (2019)

### 3.5 ORÇAMENTO

De acordo com Mattos (2006), orçar um objeto envolve a identificação, a descrição, a mensuração, a análise e a valorização de diversos fatores, tornando uma atividade de extrema atenção e detalhamento. De forma paralela Gonzáles (2008) define o orçamento como uma estimativa do custo de uma obra, que são baseadas em uma base de dados e composições genéricas, que são obtidos de livros, tabelas, e fontes de orçamento.

Segundo Tisaka (2006), para realizar um empreendimento no ramo da construção civil é fundamental realizar seu orçamento, visto que, quando não há reconhecimento do objeto orçamentário em questão, torna-se um investimento de risco por não apresentar custos e preços de venda que refletem o mercado, expondo a obra a uma situação de inviabilidade econômica.

Quando se trata de obras públicas, caso o planejamento orçamentário não seja feito de forma adequada, isso pode causar atrasos na obra, baixa qualidade dos insumos e elementos estruturais, superfaturação do empreendimento, trazendo grandes prejuízos para o erário público. O autor ressalta ainda que o orçamento para a execução de obras e serviços na construção civil é constituído por custos diretos, custos indiretos e benefício.

O custo direto, de acordo com Tisaka (2006), “são todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão de obra e equipamentos auxiliares”.



Para definir o custo direto de um serviço é preciso entender o conceito de custo unitário, mensurando e quantificando os recursos, sejam eles grandezas de atividades humanas (mão de obra), ou unidades de serviços como m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, kg, litros, cm<sup>2</sup> e assim por diante, para assim multiplicar pela respectiva quantidade de serviços, obtendo o custo direto (TISAKA, 2006).

Já os custos indiretos são aqueles onde se faz necessário realizar algum fator de rateio para a sua apropriação a algum serviço (ÁVILA, 2003). Para Tisaka (2006), define-se custos indiretos pelos custos que indiretamente estão ligados a obra, e diretamente ligados a administração que executa, projeta, forja o empreendimento, como por exemplo, o transporte de material e pessoal, logística da empresa, impostos, salários dos funcionários que não estão relacionados diretamente com a obra, além de taxas, seguros, indenizações, e etc.

O benefício é a previsão de todo o lucro esperado pelo investidor somada a taxas de despesas comerciais e reserva de contingência (LIMMER, 1997). A composição entre o lucro esperado pelo construtor e pelas despesas indiretas sendo elas, custo de projeto, administração, receita, impostos, são consideradas como uma taxa percentual que diretamente afeta os custos diretos de produção, sendo nomeada como Bonificação e Despesas Indiretas (BDI) (LIMMER, 1997).

A BDI, Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas, é a parte do preço de cada serviço, expresso em percentual, que não se designa ao custo direto ou que não está efetivamente identificado como a produção direta do serviço ou produto. O BDI é a parte do preço do serviço formado pela recompensa do empreendimento, chamado lucro estimado, despesas financeiras, rateio do custo da administração central e por todos os impostos sobre o faturamento, exceto leis sociais sobre a mão de obra utilizada no custo direto (CREA-ES, 2008, p.8).

De acordo com Mattos (2006) o cálculo do BDI é regido pela equação 1:

$$BDI = \frac{PV}{CD} - 1 \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo o PV, o preço de venda do empreendimento e o CD o seu custo direto. Para o cálculo de PV, utiliza-se a seguinte equação:

$$PV = \frac{CD + CI + AC + CF + IC}{1 - (LO + IMP)} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que:

CD = Custo direto

CI = Custo indireto

AC = Administração central

CF = Custo financeiro

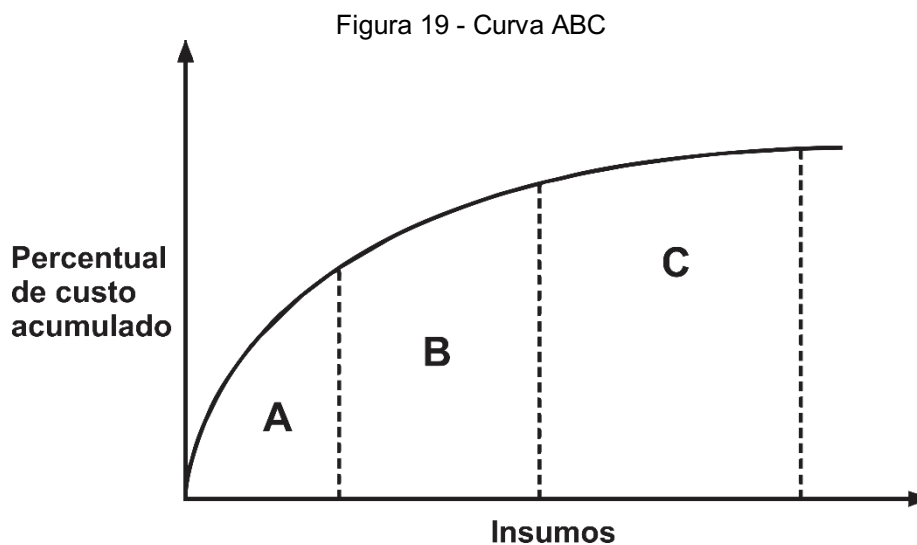
IC = Imprevistos e contingências

Segundo Limmer (1997) as composições dos custos unitários nascem de coeficientes técnicos de consumo extraídos de estudos especializados, ou ferramentas computacionais que são financiadas pelas empresas tendo como base seus históricos, existindo uma margem de erros nessas suposições.

Nesse contexto, para uma melhor confiabilidade nos resultados do orçamento de um empreendimento, uma das premissas é adotar o referencial de composições de preços unitário disponível e mais adequado ao empreendimento a ser orçado. Entre as composições existem duas principais muito utilizadas para orçamentos nas obras civis, sendo a SINAPI e a TCPO.

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) proporciona custos de serviços, insumos e índices da construção civil, sendo atualizada mensalmente, tendo sua gestão realizada pela Caixa Econômica Federal (CEF) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) (SINAPI, 2009). A TCPO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos) é uma base de dados realizada pela editoria PINI, que contém mais de quatro mil composições, sendo constantemente atualizada em seus coeficientes de consumo e outros fatores (TCPO, 2012).

Além de se apoiar em bases de dados orçamentárias eficientes, outro fator importante para se obter um orçamento de sucesso é analisar a quantificação dos recursos. Dessa forma, é importante conhecer o conceito que a curva ABC demonstra (Figura 19).



Fonte: MATTOS (2006)

A curva ABC tem uma função muito importante no orçamento de um empreendimento, pois trata dos insumos que estão envolvidos para a realização da obra. Por este motivo, é de suma importância identificar os principais insumos, o total de cada insumo e qual sua representatividade para os custos do empreendimento (MATTOS, 2006).

A curva ABC de insumos, é definida pela relação de insumos em sua ordem crescente de custos. O topo da curva refere-se aos insumos de maior representatividade em termo de custos, sendo que, à medida que a tabulação decresce, ficam evidentes os insumos de menor importância para a obra no tocante a custo (MATTOS, 2006).

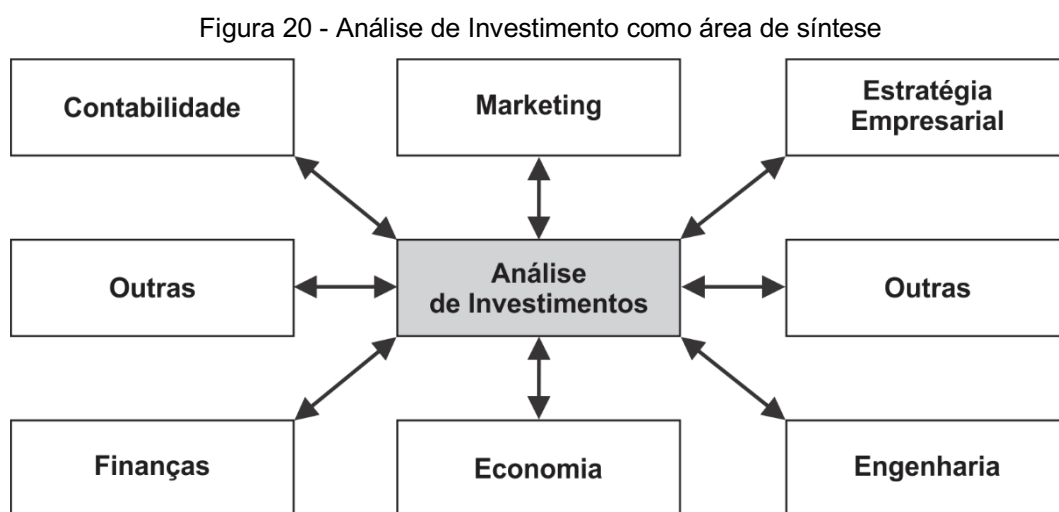
Os insumos podem ser representados em três categorias diferentes para esboçar um modo genérico de curva ABC, sendo eles faixa A, faixa B e faixa C. A faixa A representa os insumos que perfazem 50% do custo total da obra, ou seja, aqueles que se mostram acima do percentual acumulado de 50%. Já na faixa B encontram-se os insumos que estão entre 50 % e 80 % do custo total, e por fim, a faixa C engloba os insumos restantes. É importante ressaltar que o traçado do gráfico mostra a percentagem acumulada de cada insumo no valor acumulado da obra.

A curva ABC é uma ferramenta que traz ao orçamentista um conhecimento muito importante em relação aos insumos, pois ela demonstra os insumos de maiores impactos econômicos que estão na obra, apontando ao gerente da obra quais itens ele deve focar para minimizar seus custos (MATTOS, 2006).

### 3.6 VIABILIDADE ECONÔMICA

Com o propósito de conhecer a viabilidade econômica de qualquer empreendimento, é necessário entender o conceito de análise de investimentos. De acordo com Soares *et al.* (2015), análise de investimentos consiste na técnica que auxilia a tomada de decisões quanto a implementação de um investimento, determinando as grandezas relacionadas entre custo do empreendimento e o retorno esperado pelo investidor, permitindo aferir a viabilidade econômica - financeira do objeto de estudo.

Conhecimento em disciplinas como finanças, estratégia empresarial, economia, engenharia, marketing, contabilidade entre outras, são de suma importância para o profissional responsável por analisar projetos de investimentos (SOARES *et al.*, 2015). Dessa forma é possível entender a análise de investimentos, sendo considerada uma área de síntese. A Figura 20 demonstra essa realidade:



Fonte: SOAREAS *et al* (2015)

Analisar a viabilidade econômica de um empreendimento é uma etapa de extrema importância para se planejar um investimento. Quando se trata de uma construção civil, é preciso realizar um estudo, utilizando ferramentas econômicas para obter sucesso em um empreendimento.

Para tratar de todas essas questões contamos com a engenharia econômica e a matemática financeira, que expõem conceitos básicos necessários para o perfeito entendimento da abordagem na análise de investimentos. As decisões tomadas por

engenheiros, gerentes, presidentes de corporações e indivíduos comumente são o resultado da escolha de uma alternativa em detrimento de outra.

Fundamentalmente, a engenharia econômica envolve formular, estimar e avaliar os resultados econômicos, quando alternativas para realizar determinado propósito estão disponíveis. De acordo com Blank e Tarquin (2008), outra maneira de definir engenharia econômica é considerá-la como um conjunto de técnicas matemáticas que auxiliam a comparação econômica, por meio de ferramentas (como computadores) e modelos matemáticos, os quais auxiliam nas tomadas de decisões, uma vez que através de análises matemáticas é possível prever estimativas de comportamento para investimentos.

Antes de entender os conceitos das ferramentas de análise de investimentos, é preciso fundamentar o conceito da Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que além de fornecer uma base de referência para as ferramentas, também é fundamental para efetuar um estudo econômico comparativo. De acordo com Pilão e Hummel (2003), a TMA representa a quantidade mínima de lucro que um investidor pode esperar sobre um empreendimento ou o máximo que ele se propõe a desembolsar em algum financiamento.

Os autores ressaltam ainda que a TMA é composta por três fatores que fazem parte do quadro de tomada de decisões, sendo eles: o custo de oportunidade que representa a remuneração caso não investisse o capital em alternativas de ação, como banco de investimentos e poupança; liquidez do empreendimento que consiste na possibilidade de mudança do curso do empreendimento; e o risco do investimento.

Quando se trata de uma TMA para os investimentos de baixo risco, existem alguns exemplos, tais como: Poupança, Certificado de Depósito Bancário (CDB), Letra de Crédito Imobiliário (LCI), e Tesouro Direto, sendo o último o mais frequentemente utilizado. Desse modo, o Tesouro Direto será a modalidade de investimento definida para fins desta pesquisa.

Nesse sentido, cabe destacar que o Programa Tesouro Direto (TD), foi fundado em 7 de Janeiro de 2002 pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN) em parceria com a Companhia Brasileira de Liquidação e Custódia (CBLC), com o objetivo de realizar vendas diretas de títulos públicos para pessoas físicas. Na conjuntura atual, o STN está em conjunto com a "Brasil Bolsa Balcão" (B3), de forma que a primeira instituição se responsabiliza pela emissão e recompra dos títulos públicos ofertados e a segunda por custodiar os títulos dos investidores no ambiente do programa (STN, 2017).

De acordo com Proite (2009) o TD é “um programa do Tesouro Nacional de venda de títulos públicos federais da dívida interna diretamente a pessoas físicas por meio da internet no Brasil”, sendo este programa considerado um marco para os investidores brasileiros do tipo pessoa física, já que no passado a emissão de títulos públicos ocorria em leilões primários realizados pelo Banco Central do Brasil (BCB), e apenas instituições registradas no Sistema Especial de Liquidação e Custódia (CELIC) podiam participar. Dessa forma o objetivo principal do TD é “democratizar o acesso a investimentos em títulos federais, incentivar a formação de poupança de longo prazo e fornecer informações sobre a administração e a estrutura da dívida pública federal brasileira” (TESOURO DIRETO, 2017)

Nesse contexto, as ferramentas de análise de investimentos são utilizadas como fonte auxiliar na avaliação para tomada de decisões de um empreendimento, sendo que, segundo Samanez (2009) dentre os métodos mais convencionais estão: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback, Payback Descontado, Índice de Lucratividade e Taxa de Atratividade.

O método do Valor Presente Líquido (VPL), consiste em determinar uma resultante no instante presente dos valores envolvidos em um fluxo de caixa, utilizando uma taxa de referência e considerando a uma convenção de sinais que tratam dos investimentos e retornos (VANNUCI, 2017). O objetivo do VPL é mensurar o valor presente dos fluxos de caixas, de modo que o projeto será viável quando o VPL for maior ou igual a zero (CRUZ; FERNANDES; REIS, 2015). O VPL pode ser calculado conforme a equação 3:

$$VPL = -V_0 - \frac{V_1}{(1+i(e))} + \frac{V_2}{(1+i(e))^2} - \dots + \frac{V_n}{(1+i(e))^n} \quad \text{Equação (3)}$$

Em que:

$V_0$ : Capital inicial

$V_1, V_2, V_n$ : Capitais referentes a cada período analisado

$i(e)$ : Taxa mínima de atratividade

Obs.: Convenções de sinais referentes a entrada e saída de capital

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa que anula o valor presente líquido (VPL) (VANNUCI, 2017). Dessa forma para avaliar a viabilidade do investimento é

preciso comparar a TIR com a taxa mínima de atratividade (TMA). Com base nessa informação, a viabilidade do projeto ocorre quando a TIR apresenta valor superior a taxa mínima de atratividade, que é a taxa básica de retorno utilizada como referência. Conceitualmente ela é definida pela seguinte sentença matemática (Equação 4):

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} = 0 \quad \text{Equação (4)}$$

Em que:

FC = Fluxo de Caixa

n = Horizonte de planejamento

t = Período de tempo

I = Investimento

K = Custo de Capital ou TMA

i = Taxa Interna de Retorno

Outro indicador importante na tomada de decisão de um empreendimento é o índice de lucratividade (IL). Segundo Kassai *et al* (2000) esse fator é mensurado através da razão entre o valor presente dos fluxos de caixas positivos e do valor presente dos fluxos de caixas negativos, utilizando uma taxa mínima de atratividade (TMA). Esse índice demonstra o retorno apurado para cada R\$1,00, investido em moeda atualizada para taxa de atratividade. Conceitualmente ela é definida pela seguinte sentença matemática (Equação 5):

$$IL = \frac{VPL(\text{FLUXOS DE CAIXAS POSITIVOS})}{VPL(\text{FLUXOS DE CAIXAS NEGATIVOS})} \quad \text{Equação (5)}$$

Já a taxa de rentabilidade (TR %), de acordo com Kassai *et al* (2000), indica o retorno do investimento em termos relativos, mostrando a porcentagem utilizando o índice de lucratividade, demonstrado pela Equação 6.

$$TR(\%) = \frac{VPL(\text{FLUXOS DE CAIXAS POSITIVOS})}{VPL(\text{FLUXOS DE CAIXAS NEGATIVOS})} - 1 \quad \text{Equação (6)}$$

O Payback trata-se de um método que determina o tempo necessário para que haja o retorno do investimento. Esse método é regido da seguinte forma (Equação 7):

$$I = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+K)^t} \quad \text{Equação (7)}$$

Em que:

FC = Fluxo de Caixa

t = Período de tempo

I = Investimento

K = Custo de Capital ou TMA



## 4 METODOLOGIA

De acordo com Fellows e Liu (2015), para realizar uma pesquisa é necessário saber da sua aplicação, sendo ela pura ou aplicada. Quando se trata do mercado de construção civil, a grande maioria das pesquisas é uma combinação entre as duas, de forma que em resumo, a pesquisa pura, apura a veracidade do conteúdo, já a pesquisa aplicada, questiona se aquilo funciona. Lakatos (2017, p. 296), utiliza a seguinte definição:

[...] pesquisa básica pura (ocupada com a ampliação do conhecimento, sem preocupação prática), pesquisa básica estratégica (interessada na aquisição de novos conhecimentos para a solução de problemas práticos), pesquisa aplicada, cujo objetivo é adquirir conhecimento para a solução de um problema específico, e pesquisa de desenvolvimento experimental, que visa à produção de novos materiais, equipamentos, políticas e comportamentos, ou novos serviços.

O presente estudo demonstrou um cunho maior de pesquisa aplicada de forma que os resultados que foram levantados, não possuíram contribuição para a base teórica existente. Como se trata de uma pesquisa aplicada, ela apresenta uma característica de resolução de problemas, que no caso desse trabalho em questão seria encontrar qual dos métodos construtivos apresentados é mais eficiente, analisando vários requisitos. Nesse contexto percebemos que se trata de um problema complexo, que possui diversos fatores, que precisam ser analisados particularmente, para uma conclusão final. (FELLOWS; LIU, 2015).

Outro fator importante das pesquisas são os métodos que podem ser quantitativos e qualitativos. Quando se trata da pesquisa quantitativa, ela é baseada no método científico, utilizando metas e objetivos, incluindo hipóteses. Segundo Lakatos (2017), nesse tipo de pesquisa prevalece a preocupação estatístico-matemática, analisando de forma racional os fenômenos e dados obtidos.

A pesquisa qualitativa, já possui uma coleta de dados em que é necessário interações sociais do pesquisador em relação ao fenômeno apresentado, ou seja, nesse tipo de pesquisa, não são obtidas previsões, nem leis a serem extrapoladas para outro estudo que não seja o mesmo (APPOLINÁRIO, 2015). No estudo em questão foram utilizados apenas dados quantitativos, com o objetivo de solucionar um problema habitacional e sustentável no Município de Guarapuava, uma vez que é

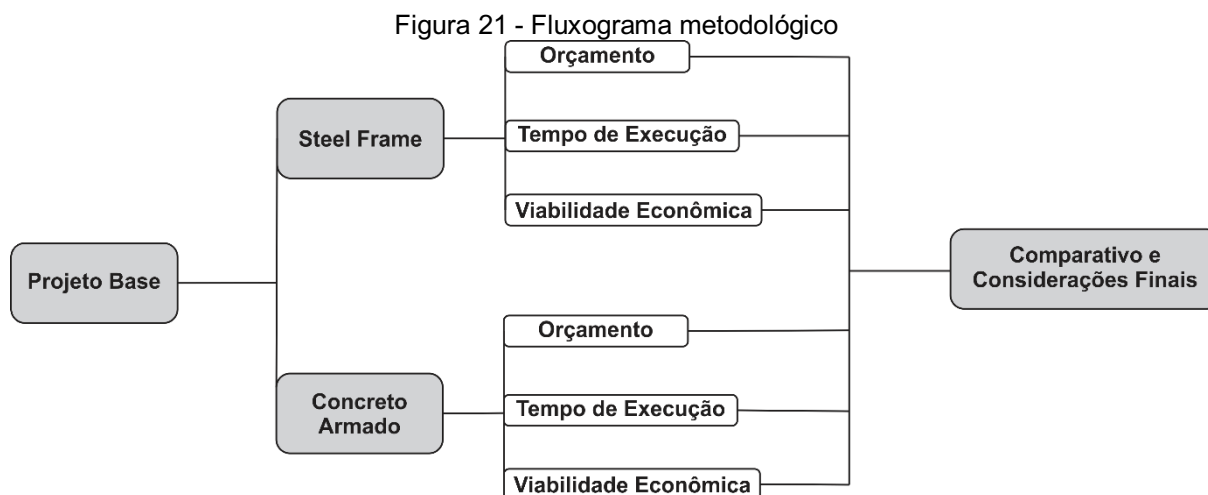
composta por levantamentos de dados mensuráveis e objetivos específicos, propondo uma pesquisa comparativa, analisando dados obtidos, que caminham para uma conclusão.

A metodologia empregada no trabalho foi do tipo aplicada e descritiva, que tem como característica observar, registrar, descrever e analisar os fatos sem manipulá-los. Para Martins (1994), a pesquisa descritiva tem por objetivo descrever as características de um fenômeno, bem como, estabelecer relações entre os dados encontrados. Além disso é necessário esse tipo de coleta de dados para fundamentar uma pesquisa comparativa.

#### 4.1 ETAPAS E PROCEDIMENTOS

Inicialmente, para encaminhar a primeira etapa da pesquisa, foi realizado um projeto base utilizando o *software AUTOCAD*, o qual permite desenhar e especificar os projetos arquitetônico, elétrico e hidrossanitário. O projeto possui cerca de 56,7 m<sup>2</sup>, e suas especificações foram de casas populares comum em programas habitacionais. Cada projeto realizado, foi adaptado para o seu respectivo método construtivo. Quando se trata do projeto base (arquitetônico) e os complementares: elétricos e hidrossanitários, foi utilizado o mesmo para os dois métodos construtivos, havendo alteração quando necessário para conservar as características de cada método.

Com a elaboração do projeto base embasou-se todos os orçamentos e cronogramas afim de analisar as seguintes variáveis para cada sistema construtivo: orçamento, tempo de execução e viabilidade econômica. O processo de levantamento de dados, assim como a sequência da pesquisa, fora organizado e detalhado conforme o fluxograma metodológico (Figura 21).



Fonte: Autoria própria (2021)

## 4.2 ANÁLISE ECONÔMICA

No intuito de identificar a viabilidade econômica dos sistemas construtivos é preciso tratá-los como empreendimento para poder utilizar as ferramentas da Engenharia Econômica, auxiliando na tomada de decisões e realizando um estudo sobre análise de investimentos.

Dessa forma foi feito um estudo de investimentos, utilizando ferramentas tais como: Payback, Payback Descontado, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Índice de Lucratividade (IL) e a Taxa de Atratividade. É preciso ressaltar alguns fatores antes de se analisar os investimentos, o primeiro deles seria o tempo de venda para cada métodos construtivos, que influenciará diretamente para análise de retorno de investimento.

Dessa maneira, foi realizado uma pesquisa na cidade de Guarapuava na qual foram entrevistadas três empresas do setor imobiliário, questionando o tempo de venda para os empreendimentos. O resultado foi um período de 3 a 4 meses para a construção convencional, e de 9 a 12 meses para o LSF (Tabela 1). É necessário registrar que esses dados são subjetivos e são considerados como projeções.

Nestas condições, no caso dos métodos estudados, foi tomado como hipótese o prazo de 3,4 meses de tempo de venda para o método convencional e de 9,93 meses para o LSF, de forma que além de pertencer ao período dito pelas imobiliárias, facilita o cálculo para análise de investimentos, conforme será apresentado posteriormente.

Tabela 1 - Tempo de venda estimado, conforme o tipo de empreendimento

	<b>Construção Convencional</b>	<b>Light Steel Frame (LSF)</b>
Tempo de venda conforme as entrevistas junto aos setor imobiliário	3 a 4 meses	9 a 12 meses
Tempo de venda, a partir da hipótese lançada nesta pesquisa	3,4 meses	9,93 meses

**Fonte:** Autoria própria (2021)

Foi necessário também definir o valor dos Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) para obter o preço de venda dos empreendimentos. Dessa forma foi utilizado o valor de 28%, para ambos os métodos de forma a manter o efeito comparativo.

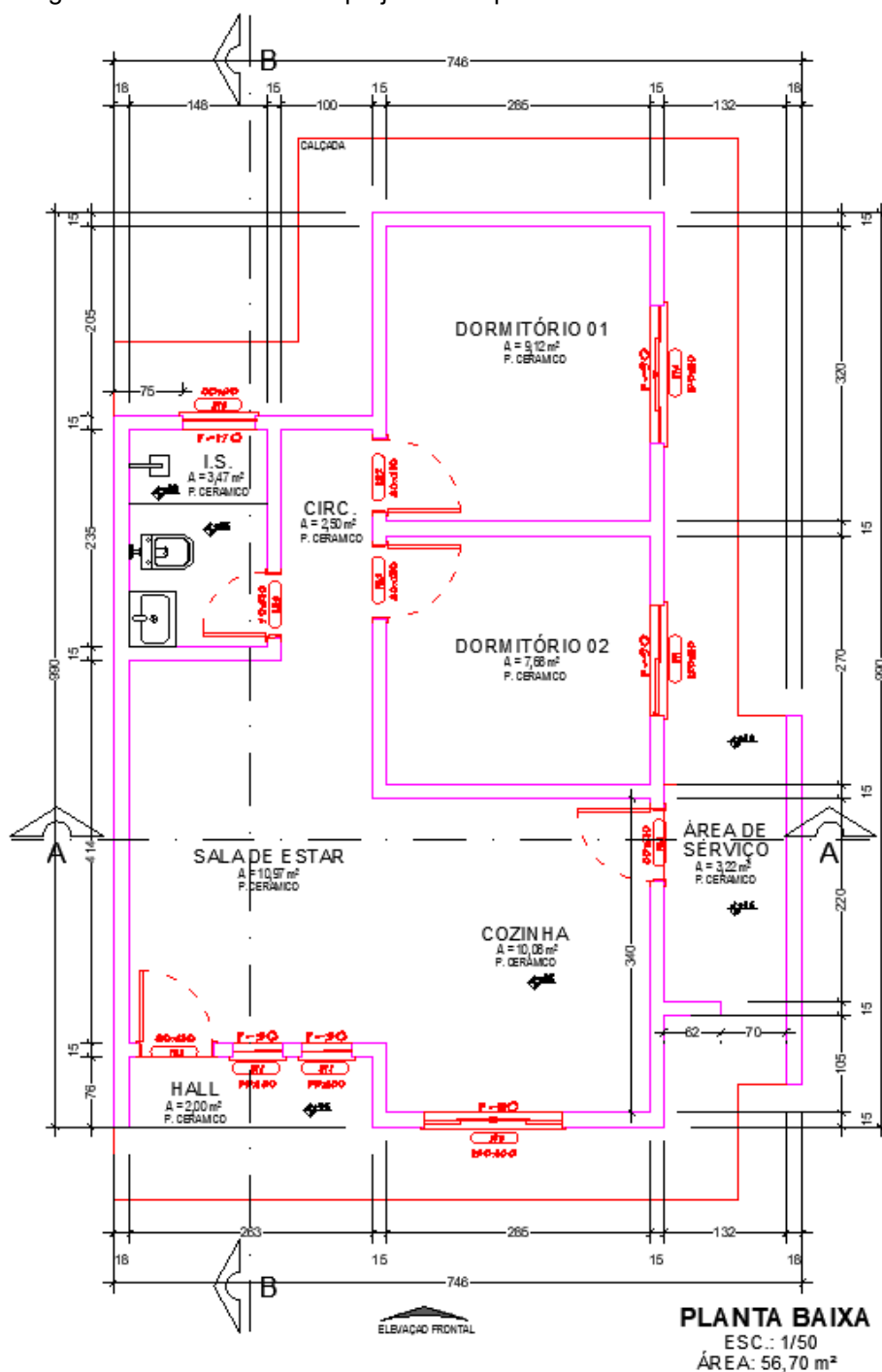
Por último, foi utilizado uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) igual a 8,0% ao ano, com a equivalente de 0,64% mensal, baseada na taxa pré-fixada do Tesouro Direto no ano de 2021, com resgate em 2024, conforme extraído no sítio do Tesouro Nacional.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 PROJETO BASE

A Figura 22 demonstra a planta baixa do projeto base para realização do orçamento nos dois sistemas construtivos. Suas medidas se encontram em centímetros totalizando uma área de 56,70 m<sup>2</sup> e uma área útil de 49,09 m<sup>2</sup>.

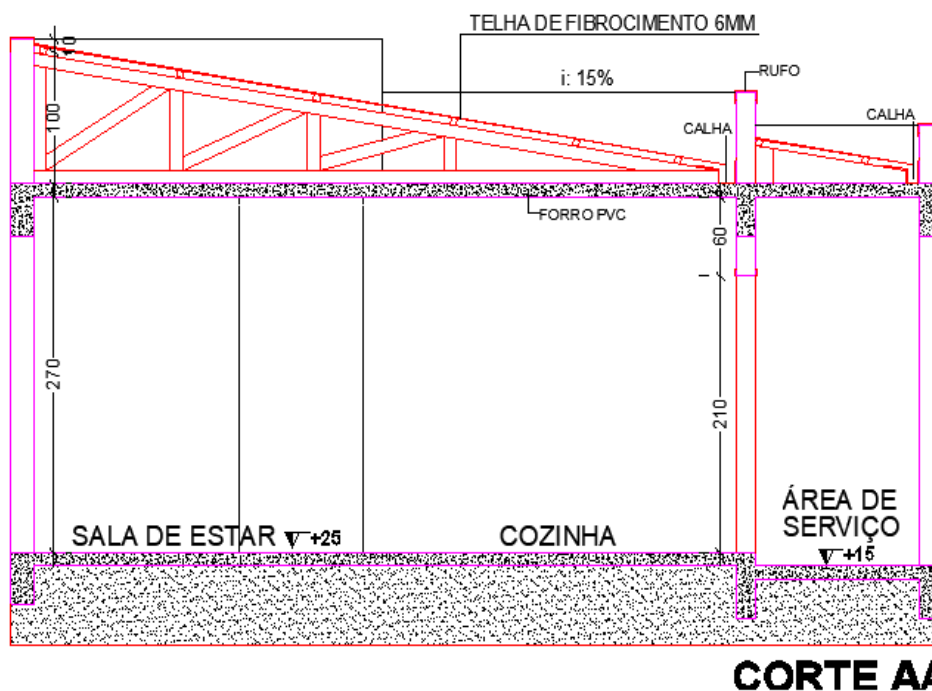
Figura 22 - Planta baixa do projeto base para os dois métodos construtivos



Fonte: Autoria própria (2021)

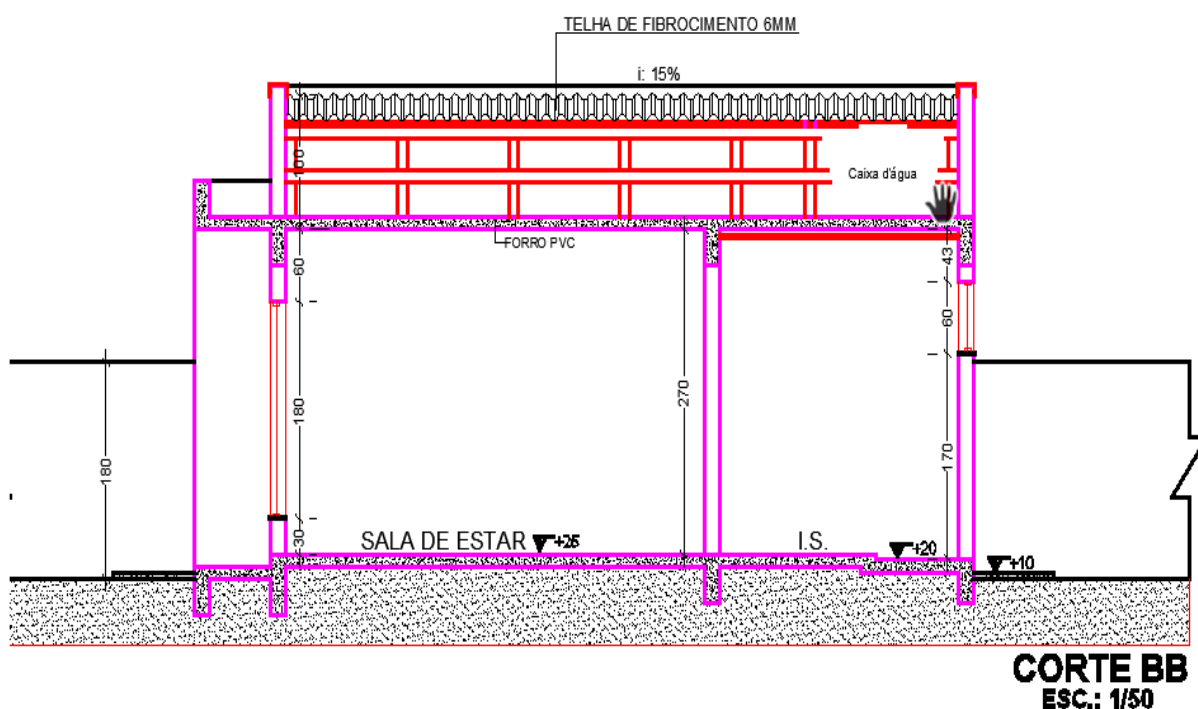
Nas Figuras 23 e 24 são apresentados os cortes que utilizam a planta baixa como referência e exemplificam a imagem vertical do projeto, mostrando caixa d'água, detalhes de coberturas e sistemas de drenagem.

Figura 23 - Corte AA



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 24 - Corte BB



Fonte: Autoria própria (2021)

Com a leitura do projeto base foi possível notar que a edificação é composta por dois quartos, uma sala, um banheiro e uma lavanderia coberta na parte externa da casa. Para a fundação da residência, por se tratar de uma estrutura leve e afim de maximizar o tempo de execução das edificações foi escolhido a fundação rasa *radier* para ambos os métodos, especificado nas referências bibliográficas, dessa forma essa etapa não causa grande alteração no estudo. Em relação aos outros projetos complementares, estes estão apresentados no apêndice A.

## 5.2 ORÇAMENTO DE CUSTOS

### 5.2.1 Orçamento de Custos - Concreto Armado

Com os projetos terminados, foi realizado o orçamento do método utilizando as composições do banco de dados TCPO, elencando todos os itens necessários para se construir uma edificação desse porte e fazendo adaptações quando necessário para manter a uniformidade do banco de dados.

É preciso exaltar que quando se trata da mão de obra que foi orçada, foi adotado um encargo de leis sociais de 176,65 % (Anexo A) e considerado os funcionários como contratados e apenas alocados para cada função. No estudo em questão não foi acrescentado no orçamento os Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), pois essa parcela será aplicada nos dois métodos, portanto a modo de comparação essa informação não traria nenhuma vantagem ao estudo.

Na Tabela 2, é demonstrado o orçamento dos itens para o método convencional (para mais detalhes verificar apêndice B).

Tabela 2 - Orçamento de cada item para o método convencional

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
<b>Serviços iniciais</b>		
<b>Serviços técnicos</b>		
Gabarito perimétrico para locação da obra	m	56,7
Abrigo provisório de madeira para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	m <sup>2</sup>	9,0
Ligação provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras - instalação mínima	1 u	1,0
Ligação provisória de luz e força para obra - instalação mínima	1 u	1,0
<b>Infra Estrutura</b>		
Piso em concreto armado C30 S50 # 14 cm, sobre lastro de brita # 10 cm	m <sup>2</sup>	60,0
<b>Alvenaria</b>		
Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos furados 9 x 19 x 19 cm furos horizontais, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cal hidratada e areia traço 1:4	m <sup>2</sup>	152,0
<b>Super Estrutura</b>		
Forma para vigas com tábuas e sarrafos, 3 reaproveitamentos	m <sup>2</sup>	9,0
Armadura de aço CA-25 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5 mm, corte, dobra e montagem	kg	214,0
Concreto preparado na obra C25 S50, controle "A", brita 1	m <sup>3</sup>	2,2
Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,00 até 7,00 mm, corte, dobra e montagem	kg	58,4
Forma para pilares com tábuas e sarrafos, 3 reaproveitamentos	m <sup>2</sup>	7,0
Verga /cinta em bloco de concreto canaleta 14 x 19 x 39 cm	m	14,0
<b>Cobertura</b>		
Estrutura de madeira para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica, ancorada em laje ou parede	m <sup>2</sup>	54,8
Cobertura com telha de fibrocimento, uma água, perfil ondulado, # 6 mm, altura 51 mm, largura útil 1.050 mm, inclinação 27%	m <sup>2</sup>	54,8
<b>Forro</b>		
Forro de lâminas PVC 600 x 10 cm, # 8 mm em painéis lineares encaixados entre si e fixados em estrutura de madeira	m <sup>2</sup>	45,0
<b>Revestimento interno</b>		
Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	m <sup>2</sup>	152,0
Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	m <sup>2</sup>	152,0



<b>Revestimento externo</b>		
Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	m <sup>2</sup>	114,7
Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	m <sup>2</sup>	114,7
<b>REVESTIMENTO CERÂMICO</b>		
<b>Calçada</b>		
Piso cimentado com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com impermeabilizante	m <sup>2</sup>	22,4
<b>Piso e Parede</b>		
Lastro de brita 1 apiloado com soquete manual para regularização	m <sup>3</sup>	0,9
Lastro de concreto não estrutural impermeabilizado espessura 6 cm	m <sup>2</sup>	43,8
Regularização desempenada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia com aditivo impermeabilizante # 3 cm / traço: 1:3	m <sup>2</sup>	43,8
Piso cerâmico esmaltado 30 x 30 x 2,5 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal e areia	m <sup>2</sup>	43,8
<b>Esquadrias</b>		
Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	Unidade	1,0
Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, externa, com batente, guarnição e ferragem	Unidade	3,0
Janela de alumínio 0,60 x 0,60 m, basculante (vitrô) com uma seção, com vidro cancelado	Unidade	1,0
Janela de alumínio 1,00 x 1,20 m, de correr, com duas folhas, com vidro liso	Unidade	3,0
Janela de alumínio 0,60 x 1,20 m, basculante (vitrô) com duas seções, com vidro cancelado	Unidade	2,0
<b>PINTURA</b>		
<b>Pintura interna</b>		
Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	Unidade	58,4
Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	Unidade	58,4
<b>Pintura externa</b>		
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	Unidade	133,5
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	Unidade	133,5
<b>HIDRÁULICA</b>		
<b>APARELHOS SANITÁRIOS</b>		
Bacia sanitária de louça com caixa acoplada, com tampa e acessórios	Unidade	1,0
Chuveiro elétrico automático, 220 V- 5400 W	Unidade	1,0

Lavatório de louça de embutir (cuba), com aparelho misturador e acessórios	Unidade	1,0
Torneira de bóia Ø 20 mm - 3/4"	Unidade	3,0
Torneira de bóia Ø 40 mm - 1 1/2"	Unidade	1,0
<b>Caixas e Ralos</b>		
Caixa de areia 50 x 50 cm em alvenaria para águas pluviais	Unidade	1,0
Caixa de gordura de polietileno Ø 50 x 100 mm	Unidade	1,0
Ralo sifonado PVC rígido 100 x 70 x 40 mm	Unidade	2,0
Caixa de inspeção de polietileno Ø 100 mm	Unidade	2,0
<b>Sistema de drenagem</b>		
Calha beiral PVC semicircular, Ø 125 mm incluindo emenda, esquadro, bocal, terminal, suporte e vedação, não incluído condutor	Unidade	12,7
Joelho 45° soldável PVC Ø 40 mm	Unidade	3,0
Joelho 45° soldável PVC Ø 50 mm	Unidade	1,0
Joelho 90° soldável PVC Ø 40 mm	Unidade	6,0
Joelho 90° soldável PVC Ø 50 mm	Unidade	5,0
Joelho 90° soldável PVC Ø 110 mm	Unidade	1,0
Junção 45° PVC com redução ponta bolsa e virola Ø 100 x 50 mm	Unidade	2,0
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 50 mm	Unidade	7,0
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 75 mm	Unidade	4,0
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 100 mm	Unidade	6,0
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 50 mm	Unidade	1,0
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 75 mm	Unidade	2,0
<b>Conexões para Água Fria</b>		
Curva de transposição PPR macho-macho Ø 20 mm	Unidade	1,0
Bucha de redução PVC roscável Ø 3/4" x 1/2"	Unidade	4,0
Joelho 45° PVC roscável Ø 1/2"	Unidade	1,0
Joelho 45° PVC roscável Ø 3/4"	Unidade	2,0
Joelho 90° PVC roscável Ø 1"	Unidade	1,0
Joelho 90° PVC roscável Ø 1/2"	Unidade	14,0
Joelho 90° PVC roscável Ø 3/4"	Unidade	9,0

Tê 90° PVC roscável Ø 1 1/2"	Unidade	1,0
Tê 90° PVC roscável Ø 3/4"	Unidade	5,0
<b>Registros, Válvulas e Adaptadores</b>		
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 20 mm x 1/2"	Unidade	1,0
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 25 mm x 3/4"	Unidade	2,0
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 32 mm x 1"	Unidade	2,0
Registro de pressão em PVC soldável para chuveiro Ø 25 mm	Unidade	1,0
Registro de gaveta bruto Ø 20 mm - 3/4"	Unidade	1,0
Registro de gaveta bruto Ø 25 mm - 1"	Unidade	3,0
Válvula de retenção horizontal ou vertical Ø 100 mm - 4"	Unidade	1,0
<b>Tubos Rígidos</b>		
Tubo PVC soldável Ø 20 mm	m	28,1
Tubo PVC soldável Ø 25 mm	m	16,6
Tubo PVC soldável Ø 32 mm	m	1,2
Tubo PVC soldável Ø 40 mm	m	5,9
Tubo PVC soldável Ø 50 mm	m	11,9
Tubo PVC soldável Ø 75 mm	m	9,4
Tubo PVC PBV Ø 100 mm	m	34,5
<b>ELÉTRICA</b>		
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 16 mm	m	2,0
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	m	65,0
Cabo isolado em PVC 1,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	90,0
Cabo isolado em PVC 2,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	570,0
Cabo isolado em PVC 6 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C - flexível	m	45,0
Disjuntor monopolar termomagnético de 6 A em quadro de distribuição	Unidade	2,0
Disjuntor monopolar termomagnético de 16 A em quadro de distribuição	Unidade	2,0
Disjuntor bipolar termomagnético de 50 A em quadro de distribuição	Unidade	1,0
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, retangular 4 x 2"	Unidade	18,0
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, octogonal com anel deslizante 3 x 3"	Unidade	8,0

---

Tomada universal dois polos 10 A - 250 V	Unidade	11,0
Interruptor e tomada, uma tecla simples e uma tomada dois polos universal 10 A - 250 V	Unidade	6,0
<b>Serviços complementares</b>		
Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	Unidade	1,0
Limpeza geral da edificação - somente mão de obra	m <sup>2</sup>	57,6

---

**Fonte:** Autoria própria (2021)

### 5.2.1.1 Relação das etapas no custo final - Concreto Armado

A Tabela 3 apresenta de que forma as etapas construtivas do método concreto armado em alvenaria se quantificam em relação ao custo quando comparado aos custos finais.

Tabela 3 - Custo das etapas construtivas do método concreto armado

<b>MÉTODO CONVENCIONAL</b>		
<b>ETAPAS</b>	<b>PREÇO (R\$)</b>	<b>PORCENTAGEM</b>
Serviços iniciais	14.831,01	12,38%
Infra estrutura	14.866,37	12,41%
Super estrutura	8.330,38	6,96%
Alvenaria	16.559,57	13,83%
Revestimento externo	4.354,32	3,64%
Revestimento interno	5.758,17	4,81%
Cobertura	7.087,05	5,92%
Forro	4.099,95	3,42%
Revestimento cerâmico	8.276,90	6,91%
Esquadrias	7.522,54	6,28%
Pintura	7.444,48	6,22%
Hidráulica	12.571,05	10,50%
Elétrica	6.774,72	5,66%
Serviços complementares	1.288,60	1,08%
<b>TOTAL</b>	<b>119.765,09</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

### 5.2.2 Orçamento de Custos - Light Steel Frame

Para a realização do orçamento da edificação em LSF, de forma semelhante ao método anterior, foi utilizado a mesma base de dados, mantendo os mesmos critérios, de forma a destacar as diferenças que realmente pertence as suas características. A Tabela 4 mostra o orçamento do método LSF (para mais detalhes verificar apêndice B).

Tabela 4 - Orçamento de cada item para o método LSF

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE
<b>Serviços iniciais</b>		
<b>Serviços técnicos</b>		
Gabarito perimétrico para locação da obra	m	56,7
Abrigo provisório de madeira para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	m <sup>2</sup>	4
Ligação provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras - instalação mínima	1 u	1
Ligação provisória de luz e força para obra - instalação mínima	1 u	1
<b>Infra Estrutura</b>		
Piso em concreto armado C30 S50 # 14 cm, sobre lastro de brita # 10 cm	m <sup>2</sup>	60
<b>Super Estrutura</b>		
Steel frame para parede interna, fechamento em gesso acartonado entre ambientes secos e úmidos, espaçamento entre os perfis verticais de 40 cm - pavimento térreo	m <sup>2</sup>	114,75
Steel frame para parede interna, fechamento em gesso acartonado entre ambientes secos e úmidos, espaçamento entre os perfis verticais de 60 cm - pavimento de cobertura	m <sup>2</sup>	38
<b>Cobertura</b>		
Estrutura de madeira para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica, ancorada em laje ou parede	m <sup>2</sup>	54,8
Cobertura com telha de fibrocimento, uma água, perfil ondulado, # 6 mm, altura 51 mm, largura útil 1.050 mm, inclinação 27%	m <sup>2</sup>	54,8
<b>Forro</b>		
Forro de lâminas PVC 600 x 10 cm, # 8 mm em painéis lineares encaixados entre si e fixados em estrutura de madeira	m <sup>2</sup>	45
<b>REVESTIMENTO CERÂMICO</b>		
<b>Calçada</b>		
Piso cimentado com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com impermeabilizante	m <sup>2</sup>	22,41
<b>Piso e Parede</b>		
Lastro de brita 1 apiloado com soquete manual para regularização	m <sup>3</sup>	0,9
Lastro de concreto não estrutural impermeabilizado espessura 6 cm	m <sup>2</sup>	43,82
Regularização desempenada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia com aditivo impermeabilizante # 3 cm / traço: 1:3	m <sup>2</sup>	43,82
Piso cerâmico esmaltado 30 x 30 x 2,5 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal e areia	m <sup>2</sup>	43,82

<b>Esquadrias</b>		
Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	Unidade	1
Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, externa, com batente, guarnição e ferragem	Unidade	3
Janela de alumínio 0,60 x 0,60 m, basculante (vitrô) com uma seção, com vidro cancelado	Unidade	1
Janela de alumínio 1,00 x 1,20 m, de correr, com duas folhas, com vidro liso	Unidade	3
Janela de alumínio 0,60 x 1,20 m, basculante (vitrô) com duas seções, com vidro cancelado	Unidade	2
<b>PINTURA</b>		
<b>Pintura interna</b>		
Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	Unidade	58,39
Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	Unidade	58,39
<b>Pintura externa</b>		
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	Unidade	133,5
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	Unidade	133,5
<b>HIDRÁULICA</b>		
<b>APARELHOS SANITÁRIOS</b>		
Bacia sanitária de louça com caixa acoplada, com tampa e acessórios	Unidade	1
Chuveiro elétrico automático, 220 V- 5400 W	Unidade	1
Lavatório de louça de embutir (cuba), com aparelho misturador e acessórios	Unidade	1
Torneira de bóia Ø 20 mm - 3/4"	Unidade	3
Torneira de bóia Ø 40 mm - 1 1/2"	Unidade	1
<b>Caixas e Ralos</b>		
Caixa de areia 50 x 50 cm em alvenaria para águas pluviais	Unidade	1
Caixa de gordura de polietileno Ø 50 x 100 mm	Unidade	1
Ralo sifonado PVC rígido 100 x 70 x 40 mm	Unidade	2
Caixa de inspeção de polietileno Ø 100 mm	Unidade	2
<b>Sistema de drenagem</b>		
Calha beiral PVC semicircular, Ø 125 mm incluindo emenda, esquadro, bocal, terminal, suporte e vedação, não incluído condutor	m	12,7
Joelho 45° soldável PVC Ø 40 mm	Unidade	3

Joelho 45° soldável PVC Ø 50 mm	Unidade	1
Joelho 90° soldável PVC Ø 40 mm	Unidade	6
Joelho 90° soldável PVC Ø 50 mm	Unidade	5
Joelho 90° soldável PVC Ø 110 mm	Unidade	1
Junção 45° PVC com redução ponta bolsa e virola Ø 100 x 50 mm	Unidade	2
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 50 mm	Unidade	7
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 75 mm	Unidade	4
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 100 mm	Unidade	6
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 50 mm	Unidade	1
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 75 mm	Unidade	2
<b>Conexões para Água Fria</b>		
Curva de transposição PPR macho-macho Ø 20 mm	Unidade	1
Bucha de redução PVC roscável Ø 3/4" x 1/2"	Unidade	4
Joelho 45° PVC roscável Ø 1/2"	Unidade	1
Joelho 45° PVC roscável Ø 3/4"	Unidade	2
Joelho 90° PVC roscável Ø 1"	Unidade	1
Joelho 90° PVC roscável Ø 1/2"	Unidade	14
Joelho 90° PVC roscável Ø 3/4"	Unidade	9
Tê 90° PVC roscável Ø 1 1/2"	Unidade	1
Tê 90° PVC roscável Ø 3/4"	Unidade	5
<b>Registros, Válvulas e Adaptadores</b>		
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 20 mm x 1/2"	Unidade	1
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 25 mm x 3/4"	Unidade	2
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 32 mm x 1"	Unidade	2
Registro de pressão em PVC soldável para chuveiro Ø 25 mm	Unidade	1
Registro de gaveta bruto Ø 20 mm - 3/4"	Unidade	1
Registro de gaveta bruto Ø 25 mm - 1"	Unidade	3
Válvula de retenção horizontal ou vertical Ø 100 mm - 4"	Unidade	1
<b>Tubos Rígidos</b>		
Tubo PVC soldável Ø 20 mm	m	28,11



Tubo PVC soldável Ø 25 mm	m	16,62
Tubo PVC soldável Ø 32 mm	m	1,16
Tubo PVC soldável Ø 40 mm	m	5,89
Tubo PVC soldável Ø 50 mm	m	11,91
Tubo PVC soldável Ø 75 mm	m	9,42
Tubo PVC PBV Ø 100 mm	m	34,5
<b>ELÉTRICA</b>		
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 16 mm	m	2
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	m	65
Cabo isolado em PVC 1,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	90
Cabo isolado em PVC 2,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	570
Cabo isolado em PVC 6 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C - flexível	m	45
Disjuntor monopolar termomagnético de 6 A em quadro de distribuição	Unidade	2
Disjuntor monopolar termomagnético de 16 A em quadro de distribuição	Unidade	2
Disjuntor bipolar termomagnético de 50 A em quadro de distribuição	Unidade	1
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, retangular 4 x 2"	Unidade	18
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, octogonal com anel deslizante 3 x 3"	Unidade	8
Tomada universal dois polos 10 A - 250 V	Unidade	11
Interruptor e tomada, uma tecla simples e uma tomada dois polos universal 10 A - 250 V	Unidade	6
<b>Serviços complementares</b>		
Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	Unidade	1
Limpeza geral da edificação - somente mão de obra	m <sup>2</sup>	57,6

**Fonte:** Autoria própria (2021)

### 5.2.2.1 Relação das etapas no custo final - *Light Steel Frame* (LSF)

A Tabela 5 apresenta de que forma as etapas construtivas do LSF se quantificam em relação ao custo quando comparado aos custos totais.

Tabela 5 - Custo das etapas construtivas do método concreto armado

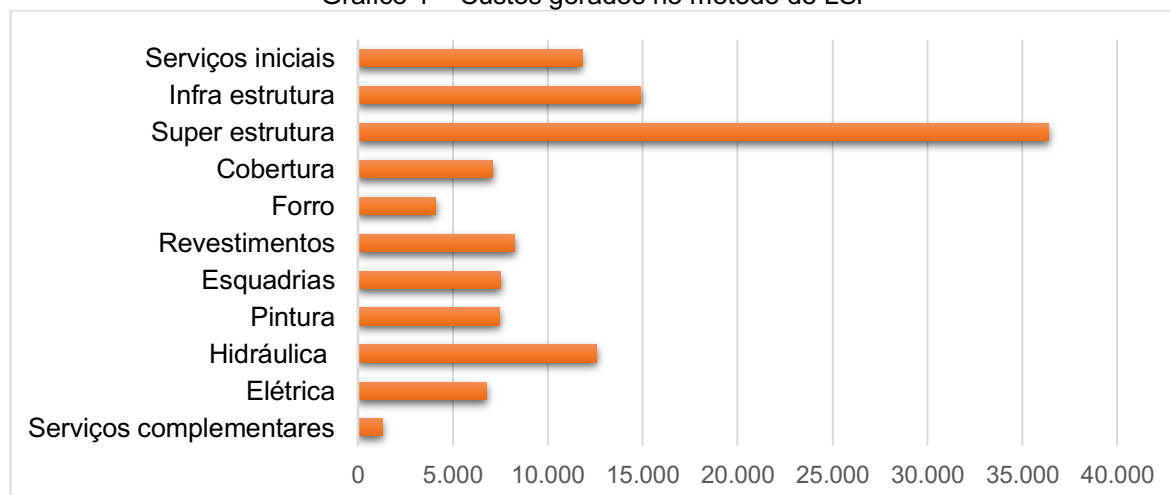
<b>LIGHT STEEL FRAME</b>		
<b>ETAPAS</b>	<b>PREÇO (R\$)</b>	<b>PORCENTAGEM</b>
Serviços iniciais	11.816,66	10,00%
Infra estrutura	14.866,37	12,59%
Super estrutura	36.370,52	30,79%
Cobertura	7.087,05	6,00%
Forro	4.099,95	3,47%
Revestimentos	8.276,90	7,01%
Esquadrias	7.522,54	6,37%
Pintura	7.444,48	6,30%
Hidráulica	12.571,05	10,64%
Elétrica	6.774,72	5,74%
Serviços complementares	1.288,60	1,09%
<b>TOTAL</b>	<b>118.118,83</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Autoria própria (2021)

### 5.2.3 Análise Comparativa: Orçamento de Custos

Através dos dados apresentados foi possível observar que quanto aos custos dos dois empreendimentos o método LSF é mais barato (Gráfico 1 e 2), exibindo um valor de R\$118.118,83, se comparado ao método convencional (Gráfico 3 e 4) com valor de R\$119.765,09, comprovando uma diferença de R\$ 1.646,26.

Gráfico 1 – Custos gerados no método de LSF



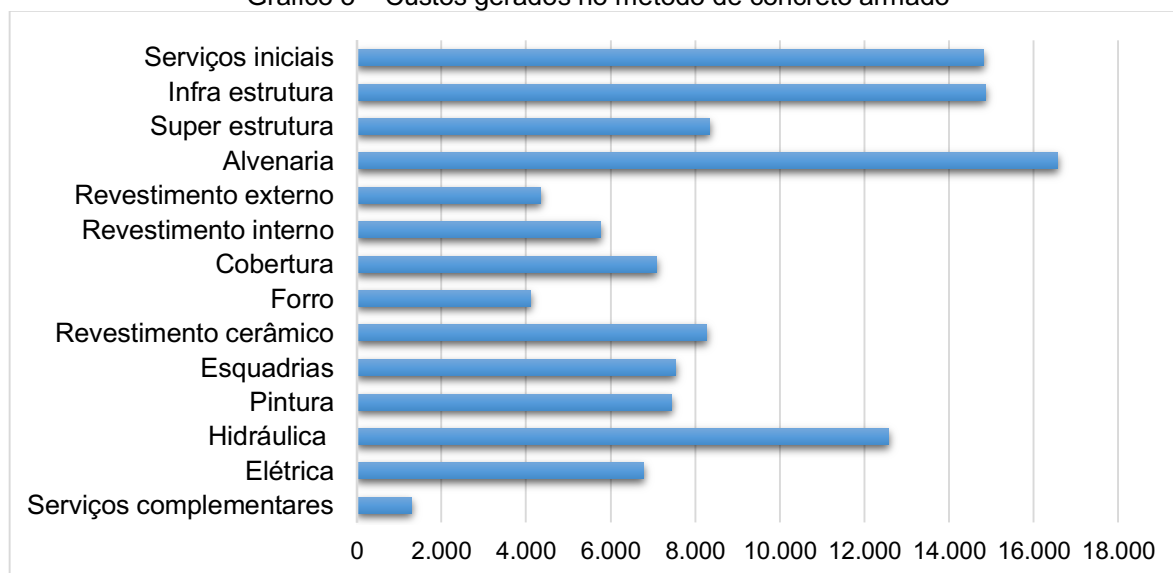
Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 2 – Radar de custos gerados no método de LSF



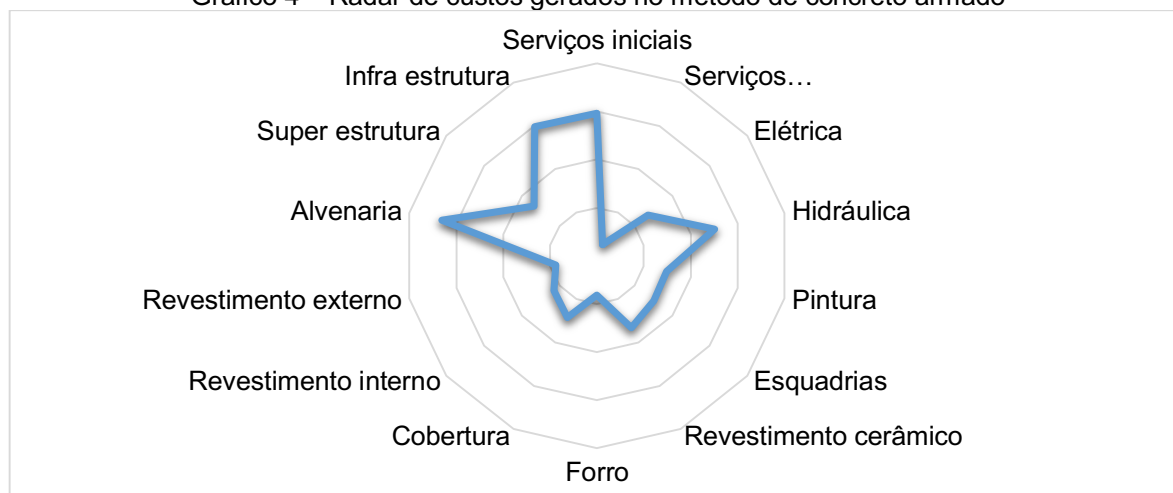
Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 3 – Custos gerados no método de concreto armado



Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 4 – Radar de custos gerados no método de concreto armado



Fonte: Autoria própria (2021)

### 5.3 CRONOGRAMA DE OBRA

O tempo de execução da obra é de suma importância para o estudo comparativo, pois quando se trata de investimentos, o tempo é uma variável que incide diretamente em taxas de juros, impostos e multas. Portanto analisar qual método possui um tempo menor de execução é extremamente relevante para acrescentar nas vantagens e desvantagens do estudo em questão.

Nesse contexto, de forma minuciosa e detalhada foi realizado um cronograma de obra para cada sistema construtivo (Tabela 6 e 7) utilizando o *software MS Project*, que permite detalhar e estudar cada etapa da obra obtendo ao final do cronograma uma previsão do tempo de execução detalhado e com erros minimizados, explorando as características dos métodos, destacando-os por maior agilidade de execução.

É importante destacar que todas as durações das atividades das etapas foram orçadas através dos coeficientes das composições da TCPO, que mostra a quantidade de horas que cada funcionário leva para realizar as atividades em questão. Para o dimensionamento de equipe para cada etapa foi seguido um padrão no número de funcionários, de forma a manter o mais semelhante possível os dois métodos para efeito de comparação.

Assim, através dos dados apresentados é possível observar que em relação ao prazo de obra dos dois métodos, há uma diferença significativa, pois enquanto o método convencional encerrou com 78 dias (2,6 meses) de obra, o método LSF terminou com 62 dias (2,07 meses), mostrando que o método de estrutura de aço alcançou a marca de quase 26% mais rápido que o outro método.

Tabela 6 - Cronograma de obra para o concreto armado

<b>NOME DA TAREFA</b>	<b>DURAÇÃO</b>
<b>PRAZO DA OBRA</b>	<b>77,34 dias</b>
<b>Serviços preliminares</b>	<b>8,51 dias</b>
Gabarito perimétrico para locação da obra	2,79 dias
Abrigo provisório de madeira para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	4,22 dias
Ligação provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras - instalação mínima	1 dia
Ligação provisória de luz e força para obra - instalação mínima	1,5 dias
<b>INFRA ESTRUTURA</b>	<b>2,6 dias</b>
Piso em concreto armado C30 S50 # 14 cm, sobre lastro de brita # 10 cm	2,6 dias
<b>ALVENARIA (sem platibanda)</b>	<b>8,12 dias</b>
Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos furados 9 x 19 x 19 cm furos horizontais, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cal hidratada e areia traço 1:4	8,12 dias
<b>SUPER ESTRUTURA</b>	<b>2,69 dias</b>
Forma para vigas com tábuas e sarrafos, 3 reaproveitamentos	0,98 dias
Armadura de aço CA-25 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5 mm, corte, dobra e montagem	0,94 dias
Concreto preparado na obra C25 S50, controle "A", brita 1	0,83 dias
Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,00 até 7,00 mm, corte, dobra e montagem	0,25 dias?
Forma para pilares com tábuas e sarrafos, 3 reaproveitamentos	1 dia
Verga /cinta em bloco de concreto canaleta 14 x 19 x 39 cm	0,88 dias
<b>Cobertura</b>	<b>4,55 dias</b>
Estrutura de madeira para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica, ancorada em laje ou parede	3,04 dias
Cobertura com telha de fibrocimento, uma água, perfil ondulado, # 6 mm, altura 51 mm, largura útil 1.050 mm, inclinação 27%	1,51 dias
<b>Forro</b>	<b>4,22 dias</b>
Forro de lâminas PVC 600 x 10 cm, # 8 mm em painéis lineares encaixados entre si e fixados em estrutura de madeira	4,22 dias
<b>ALVENARIA platibanda</b>	<b>2,71 dias</b>
Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos furados 9 x 19 x 19 cm furos horizontais, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cal hidratada e areia traço 1:4	2,71 dias
<b>ELÉTRICA</b>	<b>8,34 dias</b>
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 16 mm	0,04 dias
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	1,22 dias
Cabo isolado em PVC 1,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	1,13 dias
Cabo isolado em PVC 2,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	3,92 dias
Cabo isolado em PVC 6 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C - flexível	0,73 dias
Disjuntor monopolar termomagnético de 6 A em quadro de distribuição	0,08 dias
Disjuntor monopolar termomagnético de 16 A em quadro de distribuição	0,08 dias
Disjuntor bipolar termomagnético de 50 A em quadro de distribuição	0,08 dias
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, retangular 4 x 2"	0,34 dias
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, octogonal com anel deslizante 3 x 3"	0,15 dias

Tomada universal dois polos 10 A - 250 V	0,29 dias
Interruptor e tomada, uma tecla simples e uma tomada dois polos universal 10 A - 250 V	0,28 dias
<b>HIDRÁULICA</b>	<b>9,11 dias</b>
<b>APARELHOS SANITÁRIOS</b>	<b>0,8 dias</b>
<b>Caixas e Ralos</b>	<b>0,76 dias</b>
Caixa de areia 50 x 50 cm em alvenaria para águas pluviais	0,45 dias
Caixa de gordura de polietileno Ø 50 x 100 mm	0,06 dias
Ralo sifonado PVC rígido 100 x 70 x 40 mm	0,1 dias
Caixa de inspeção de polietileno Ø 100 mm	0,15 dias
<b>Sistema de drenagem</b>	<b>2,05 dias</b>
Calha beiral PVC semicircular, Ø 125 mm incluindo emenda, esquadro, bocal, terminal, suporte e vedação, não incluído condutor	0,79 dias
Joelho 45° soldável PVC Ø 40 mm	0,11 dias
Joelho 45° soldável PVC Ø 50 mm	0,04 dias
Joelho 90° soldável PVC Ø 40 mm	0,21 dias
Joelho 90° soldável PVC Ø 50 mm	0,18 dias
Joelho 90° soldável PVC Ø 110 mm	0,06 dias
Junção 45° PVC com redução ponta bolsa e virola Ø 100 x 50 mm	0,12 dias
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 50 mm	0,12 dias
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 75 mm	0,09 dias
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 100 mm	0,17 dias
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 50 mm	0,05 dias
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 75 mm	0,11 dias
<b>Conexões para Água Fria</b>	<b>1,01 dias</b>
Curva de transposição PPR macho-macho Ø 20 mm	0,01 dias
Bucha de redução PVC roscável Ø 3/4" x 1/2"	0,05 dias
Joelho 45° PVC roscável Ø 1/2"	0,03 dias
Joelho 45° PVC roscável Ø 3/4"	0,06 dias
Joelho 90° PVC roscável Ø 1"	0,03 dias
Joelho 90° PVC roscável Ø 1/2"	0,39 dias
Joelho 90° PVC roscável Ø 3/4"	0,25 dias
Tê 90° PVC roscável Ø 1 1/2"	0,05 dias
Tê 90° PVC roscável Ø 3/4"	0,14 dias
<b>Registros, Válvulas e Adaptadores</b>	<b>0,53 dias</b>
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 20 mm x 1/2"	0,01 dias
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 25 mm x 3/4"	0,02 dias
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 32 mm x 1"	0,02 dias
Registro de pressão em PVC soldável para chuveiro Ø 25 mm	0,02 dias
Registro de gaveta bruto Ø 20 mm - 3/4"	0,07 dias
Registro de gaveta bruto Ø 25 mm - 1"	0,2 dias

Válvula de retenção horizontal ou vertical Ø 100 mm - 4"	0,19 dias
<b>Tubos Rígidos</b>	<b>3,96 dias</b>
Tubo PVC soldável Ø 20 mm	1,58 dias
Tubo PVC soldável Ø 25 mm	0,25 dias
Tubo PVC soldável Ø 32 mm	0,02 dias
Tubo PVC soldável Ø 40 mm	0,15 dias
Tubo PVC soldável Ø 50 mm	0,36 dias
Tubo PVC soldável Ø 75 mm	0,48 dias
Tubo PVC PBV Ø 100 mm	1,12 dias
<b>Revestimento interno</b>	<b>4,77 dias</b>
Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	0,71 dias
Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	4,06 dias
<b>Revestimento externo</b>	<b>1,68 dias</b>
Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	0,96 dias
Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	0,72 dias
<b>Revestimento interno (PLATIBANDA)</b>	<b>2,3 dias</b>
Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	0,71 dias
Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	1,59 dias
<b>Revestimento externo (PLATIBANDA)</b>	<b>0,84 dias</b>
Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	0,48 dias
Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	0,36 dias
<b>REVESTIMENTO CERÂMICO</b>	<b>3,79 dias</b>
<b>Calçada</b>	<b>3,22 dias</b>
Piso cimentado com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com impermeabilizante	3,22 dias
<b>Piso</b>	<b>3,79 dias</b>
Lastro de brita 1 apiloado com soquete manual para regularização	0,28 dias
Lastro de concreto não estrutural impermeabilizado espessura 6 cm	1,13 dias
Regularização desempenada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia com aditivo impermeabilizante # 3 cm / traço: 1:3	1,28 dias
Piso cerâmico esmaltado 30 x 30 x 2,5 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal e areia	1,1 dias
<b>ESQUADRIAS</b>	<b>1,29 dias</b>
Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	0,23 dias
Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, externa, com batente, guarnição e ferragem	0,7 dias
Janela de alumínio 0,60 x 0,60 m, basculante (vitrô) com uma seção, com vidro cancelado	0,04 dias
Janela de alumínio 1,00 x 1,20 m, de correr, com duas folhas, com vidro liso	0,23 dias
Janela de alumínio 0,60 x 1,20 m, basculante (vitrô) com duas seções, com vidro cancelado	0,09 dias
<b>PINTURA</b>	<b>12,52 dias</b>
<b>Pintura interna</b>	<b>5,11 dias</b>
Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	2,19 dias

Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	2,92 dias
<b>Pintura externa</b>	<b>12,52 dias</b>
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	5,84 dias
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	6,68 dias
<b>Serviços complementares</b>	<b>2,48 dias</b>
Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	0,25 dias
Limpeza geral da edificação - somente mão de obra	2,48 dias

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 7 - Cronograma de obra para LSF

<b>NOME DA TAREFA</b>	<b>DURAÇÃO</b>
<b>PRAZO DA OBRA</b>	<b>62,47 dias</b>
<b>Serviços preliminares</b>	<b>8,51 dias</b>
Gabarito perimétrico para locação da obra	2,79 dias
Abrigo provisório de madeira para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	4,22 dias
Ligação provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras - instalação mínima	1 dia
Ligação provisória de luz e força para obra - instalação mínima	1,5 dias
<b>INFRA ESTRUTURA</b>	<b>2,6 dias</b>
Piso em concreto armado C30 S50 # 14 cm, sobre lastro de brita # 10 cm	2,6 dias
<b>STEEL FRAME (sem platibanda)</b>	<b>3,56 dias</b>
Steel frame para parede interna, fechamento em gesso acartonado entre ambientes secos e úmidos, espaçamento entre os perfis verticais de 40 cm - pavimento térreo	3,56 dias
<b>Cobertura</b>	<b>4,55 dias</b>
Estrutura de madeira para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica, ancorada em laje ou parede	3,04 dias
Cobertura com telha de fibrocimento, uma água, perfil ondulado, # 6 mm, altura 51 mm, largura útil 1.050 mm, inclinação 27%	1,51 dias
<b>Forro</b>	<b>4,22 dias</b>
Forro de lâminas PVC 600 x 10 cm, # 8 mm em painéis lineares encaixados entre si e fixados em estrutura de madeira	4,22 dias
<b>STEEL platibanda</b>	<b>1,5 dias</b>
Steel frame para parede interna, fechamento em gesso acartonado entre ambientes secos e úmidos, espaçamento entre os perfis verticais de 60 cm - pavimento de cobertura	1,5 dias
<b>ELÉTRICA</b>	<b>8,34 dias</b>
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 16 mm	0,04 dias
Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	1,22 dias
Cabo isolado em PVC 1,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	1,13 dias
Cabo isolado em PVC 2,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	3,92 dias
Cabo isolado em PVC 6 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C - flexível	0,73 dias
Disjuntor monopolar termomagnético de 6 A em quadro de distribuição	0,08 dias
Disjuntor monopolar termomagnético de 16 A em quadro de distribuição	0,08 dias



Disjuntor bipolar termomagnético de 50 A em quadro de distribuição	0,08 dias
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, retangular 4 x 2"	0,34 dias
Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, octogonal com anel deslizante 3 x 3"	0,15 dias
Tomada universal dois polos 10 A - 250 V	0,29 dias
Interruptor e tomada, uma tecla simples e uma tomada dois polos universal 10 A - 250 V	0,28 dias
<b>HIDRÁULICA</b>	<b>9,11 dias</b>
<b>APARELHOS SANITÁRIOS</b>	<b>0,8 dias</b>
<b>Caixas e Ralos</b>	<b>0,76 dias</b>
Caixa de areia 50 x 50 cm em alvenaria para águas pluviais	0,45 dias
Caixa de gordura de polietileno Ø 50 x 100 mm	0,06 dias
Ralo sifonado PVC rígido 100 x 70 x 40 mm	0,1 dias
Caixa de inspeção de polietileno Ø 100 mm	0,15 dias
<b>Sistema de drenagem</b>	<b>2,05 dias</b>
Calha beiral PVC semicircular, Ø 125 mm incluindo emenda, esquadro, bocal, terminal, suporte e vedação, não incluído condutor	0,79 dias
Joelho 45° soldável PVC Ø 40 mm	0,11 dias
Joelho 45° soldável PVC Ø 50 mm	0,04 dias
Joelho 90° soldável PVC Ø 40 mm	0,21 dias
Joelho 90° soldável PVC Ø 50 mm	0,18 dias
Joelho 90° soldável PVC Ø 110 mm	0,06 dias
Junção 45° PVC com redução ponta bolsa e virola Ø 100 x 50 mm	0,12 dias
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 50 mm	0,12 dias
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 75 mm	0,09 dias
Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 100 mm	0,17 dias
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 50 mm	0,05 dias
Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 75 mm	0,11 dias
<b>Conexões para Água Fria</b>	<b>1,01 dias</b>
Curva de transposição PPR macho-macho Ø 20 mm	0,01 dias
Bucha de redução PVC roscável Ø 3/4" x 1/2"	0,05 dias
Joelho 45° PVC roscável Ø 1/2"	0,03 dias
Joelho 45° PVC roscável Ø 3/4"	0,06 dias
Joelho 90° PVC roscável Ø 1"	0,03 dias
Joelho 90° PVC roscável Ø 1/2"	0,39 dias
Joelho 90° PVC roscável Ø 3/4"	0,25 dias
Tê 90° PVC roscável Ø 1 1/2"	0,05 dias
Tê 90° PVC roscável Ø 3/4"	0,14 dias
<b>Registros, Válvulas e Adaptadores</b>	<b>0,53 dias</b>
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 20 mm x 1/2"	0,01 dias
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 25 mm x 3/4"	0,02 dias
Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 32 mm x 1"	0,02 dias

Registro de pressão em PVC soldável para chuveiro Ø 25 mm	0,02 dias
Registro de gaveta bruto Ø 20 mm - 3/4"	0,07 dias
Registro de gaveta bruto Ø 25 mm - 1"	0,2 dias
Válvula de retenção horizontal ou vertical Ø 100 mm - 4"	0,19 dias
<b>Tubos Rígidos</b>	<b>3,96 dias</b>
Tubo PVC soldável Ø 20 mm	1,58 dias
Tubo PVC soldável Ø 25 mm	0,25 dias
Tubo PVC soldável Ø 32 mm	0,02 dias
Tubo PVC soldável Ø 40 mm	0,15 dias
Tubo PVC soldável Ø 50 mm	0,36 dias
Tubo PVC soldável Ø 75 mm	0,48 dias
Tubo PVC PBV Ø 100 mm	1,12 dias
<b>REVESTIMENTO CERÂMICO</b>	<b>3,79 dias</b>
<b>Calçada</b>	<b>3,22 dias</b>
Piso cimentado com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com impermeabilizante	3,22 dias
<b>Piso</b>	<b>3,79 dias</b>
Lastro de brita 1 apiloado com soquete manual para regularização	0,28 dias
Lastro de concreto não estrutural impermeabilizado espessura 6 cm	1,13 dias
Regularização desempenada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia com aditivo impermeabilizante # 3 cm / traço: 1:3	1,28 dias
Piso cerâmico esmaltado 30 x 30 x 2,5 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal e areia	1,1 dias
<b>ESQUADRIAS</b>	<b>1,29 dias</b>
Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	0,23 dias
Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, externa, com batente, guarnição e ferragem	0,7 dias
Janela de alumínio 0,60 x 0,60 m, basculante (vitrô) com uma seção, com vidro cancelado	0,04 dias
Janela de alumínio 1,00 x 1,20 m, de correr, com duas folhas, com vidro liso	0,23 dias
Janela de alumínio 0,60 x 1,20 m, basculante (vitrô) com duas seções, com vidro cancelado	0,09 dias
<b>PINTURA</b>	<b>12,52 dias</b>
<b>Pintura interna</b>	<b>5,11 dias</b>
Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	2,19 dias
Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	2,92 dias
<b>Pintura externa</b>	<b>12,52 dias</b>
Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	5,84 dias
Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	6,68 dias
<b>Serviços complementares</b>	<b>2,48 dias</b>
Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	0,25 dias
Limpeza geral da edificação - somente mão de obra	2,48 dias

Fonte: Autoria própria (2021)

## 5.4 VIABILIDADE ECONÔMICA

Conforme os princípios da Engenharia Econômica, especificamente em relação à questão do prazo na análise de projetos, não se pode comparar dois empreendimentos que possuem uma vida útil diferente. Caso isso ocorra, é necessário realizar uma equivalência nos prazos. Dessa maneira, a fim de sanar este problema, foi utilizado o método da substituição em cadeia, que segundo Kassai *et al* (2000), consiste em supor que os projetos possam ser continuados por meio de substituições contínuas até se igualarem em seus prazos, ou seja, até que se estabeleça o mesmo horizonte de planejamento.

Dessa forma, tendo em vista os prazos totais dos empreendimentos, a partir da soma do cronograma de obra com o tempo de venda, foi necessário aplicar o método da substituição em cadeia, para que pudesse ser realizada a comparação entre os métodos convencional e LSF. Como resultado, o método da construção convencional precisou ser dobrado (de 6 para 12 meses), estabelecendo assim, o mesmo horizonte de planejamento para ambos os métodos, conforme pode ser observado na Tabela 8.

Tabela 8 - Prazos totais em meses, conforme o empreendimento

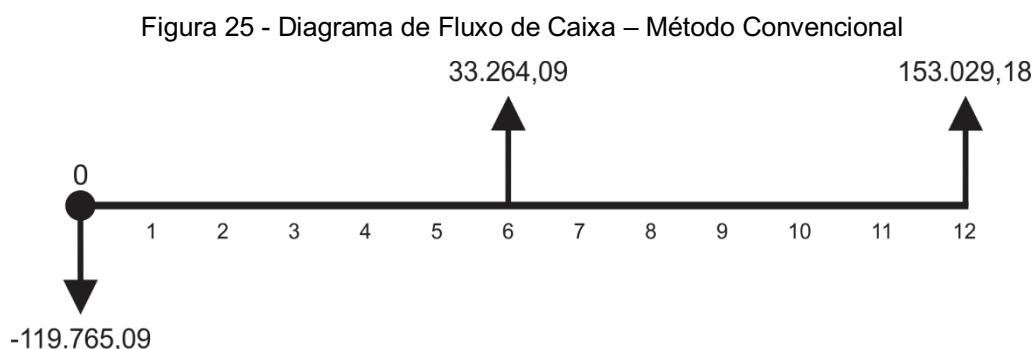
	<b>Construção Convencional</b>	<b>Light Steel Frame (LSF)</b>
Cronograma de obra	2,6	2,07
Tempo de venda	3,4	9,93
Prazo total	6	12
<b>Prazo Total (com substituição em cadeia)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>

**Fonte:** Autoria própria (2021)

Com isso, torna-se possível o estabelecimento dos Fluxos de Caixa dos empreendimentos, os quais representam efetivamente as entradas e saídas de caixa, estimados a partir dos resultados líquidos, conforme cada período. Assim, uma vez dimensionados os Fluxos de Caixa dos empreendimentos, com todos os valores econômicos envolvidos, pode-se aplicar as ferramentas de análise de investimento, a fim de verificar a viabilidade econômica dos mesmos. É necessário ressaltar que para o cálculo do BDI o custo financeiro (CF) foi zerado, devido a compensação da TMA nos empreendimentos conforme apêndice C.

### 5.4.1 Análise de Investimentos - Concreto Armado

Verifica-se, conforme a Figura 25, o diagrama de Fluxo de Caixa do método convencional, tendo-o como base para a realização dos cálculos referente à análise de investimentos, a fim de estabelecer se tal empreendimento é viável, ou não.



Fonte: Autoria própria (2021)

Após o tratamento dos dados, concomitante com a aplicação dos métodos de análise de investimentos, obtêm-se os resultados do método convencional, quanto à sua viabilidade econômica, conforme demonstrado na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados do método convencional ao aplicar as ferramentas da Engenharia Econômica

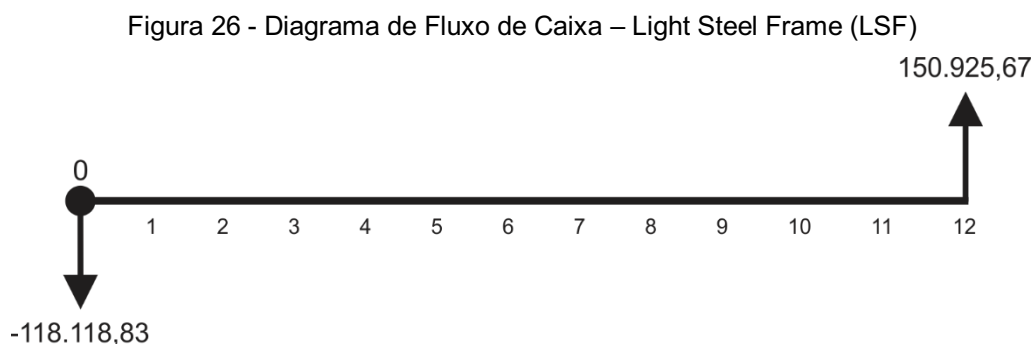
PARÂMETROS	RESULTADOS
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	R\$54.010,01
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	4,17%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE (IL)	1,45
TAXA DE RENTABILIDADE (TR)	45,10%
PAYBACK	11,57
PAYBACK DESCONTADO	11,62

Fonte: Autoria própria (2021)

Ao analisar os dados, é possível perceber uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 4,17% a.m. que supera significativamente a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estipulada em 0,64% a.m., demonstrando que o investimento é viável. O empreendimento também apresenta números satisfatórios para os outros parâmetros de tomada de decisão como um Valor Presente Líquido (VPL) positivo de R\$54.010,01, um Índice de Lucratividade em torno de 1,45, Taxa de Rentabilidade de 45,10 %, e um Payback de 11,57 meses e 11,62 meses para o Payback Descontado.

### 5.4.2 Análise de Investimentos - Light Steel Frame

Em relação ao método LSF, observa-se através da Figura 26, o seu diagrama de Fluxo de Caixa. Do mesmo modo que no método anterior, tais informações são fundamentais para a realização dos cálculos referente à análise de investimentos, a fim de estabelecer se tal empreendimento é viável, ou não.



Fonte: Autoria própria (2021)

Semelhantemente ao caso anterior, após o tratamento dos dados e a aplicação dos métodos de análise de investimentos, obtêm-se os resultados do método LSF, quanto à sua viabilidade econômica, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados do método LSF ao aplicar as ferramentas da Engenharia Econômica

PARÂMETROS	RESULTADOS
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	R\$21.691,90
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	2,06%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE (IL)	1,18
TAXA DE RENTABILIDADE (TR)	18,36%
PAYBACK	11,58
PAYBACK DESCONTADO	11,84

Fonte: Autoria própria (2021)

Os valores apresentados na viabilidade econômica do método LSF demonstram bons resultados para esse tipo de investimento, mesmo que seu prazo de venda seja maior. Apresenta uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 2,06% a.m., o que comprova a viabilidade do empreendimento, já que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi estipulada em 0,64% a.m. Quanto às outras ferramentas, o método apresenta Valor Presente Líquido (VPL) positivo de R\$21.961,90, um Índice de Lucratividade de 1,18, evidenciando uma taxa de rentabilidade igual a 18,36%, com um Payback de 11,78 e Payback Descontado de 11,84, evidenciando que o investimento será resgatado no período esperado.

### 5.4.3 Análise Comparativa – Viabilidade Econômica

Na viabilidade econômica a disparidade mais marcante dos métodos foi o tempo de venda de cada empreendimento, impactando fortemente nas ferramentas de análise econômicas, que valorizam o tempo de retorno de investimento. Dessa forma, é possível perceber as vantagens do método convencional na tabela abaixo (Tabela 11).

Tabela 11 - Dados comparativos de viabilidade econômica entre o método convencional e LSF

<b>PARÂMETROS</b>	<b>MÉTODO CONVENCIONAL</b>	<b>MÉTODO STEEL FRAME</b>
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	R\$54.010,01	R\$21.691,90
TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	4,17% a.m	2,06% a.m
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE (IL)	1,45	1,18
TAXA DE RENTABILIDADE (TR)	45,10%	18,36%
PAYBACK	11,57	11,58
PAYBACK DESCONTADO	11,62	11,84

**Fonte:** Autoria própria (2021)

Mesmo com o método LSF apresentando características técnicas que permitam um custo mais baixo e uma execução mais rápida, o fator que possui mais destaque nessas ferramentas é o prazo de venda, pois reflete diretamente no retorno do capital. Nesse sentido, analisando de forma econômica e tratando os dois métodos como empreendimento a serem escolhidos por um investidor, o método convencional ainda demonstra uma boa vantagem em relação ao LSF, possibilitando uma viabilidade econômica maior.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos dados de orçamentos, prazo de execução e viabilidade econômica apresentados durante a execução do estudo, foi possível elencar alguns pontos positivos e negativos dos métodos estudados.

De um ponto de vista técnico, analisando apenas custo e prazo de obra, o método de *Light Steel Frame* demonstrou ser um método mais moderno e eficaz, visto que mesmo apresentando uma pequena diferença positiva nos custos, mostrou-se uma rapidez em sua execução de cerca de 26% se comparado ao método convencional.

Em contrapartida, o método convencional, apesar de ser mais caro e mais lento, apresentou um tempo de venda muito inferior ao *Light Steel Frame*, acarretando em uma melhor viabilidade econômica. Diante dessas informações, foi possível concluir duas vertentes de pensamento para os métodos, uma delas sendo vantajoso para investidores, e outra para otimização de recursos.

Quando os métodos são tratados como empreendimento para investidores, o método construtivo convencional é significativamente melhor, pois o prazo final do investimento acontece em apenas 6 meses, e a principal razão para isto acontecer, é a facilidade de venda desse produto no mercado imobiliário, tornando possível um investimento mais seguro e rentável.

O método *Light Steel Frame*, no tocante a otimização de recursos, se mostra mais eficaz que o método convencional, sendo que o principal investidor que pode se beneficiar desse recurso é o governo, aplicando-o aos programas habitacionais. Como o estado não visa lucro em programas que tem como objetivo resolver o déficit habitacional, este método se torna uma ferramenta poderosa para otimizar os recursos, sendo mais barato e mais rápido em sua execução, além de se mostrar um método atrelado a indústria, característica muito importante para grandes empreendimentos.

Dessa maneira é possível evidenciar que os dois métodos possuem características positivas e negativas, porém o prazo de venda do *Light Steel Frame* (ponto negativo), é algo que pode ser mudado na população brasileira como um todo, visto que esta possui uma cultura enraizada ao método convencional, limitando a evolução dos novos métodos construtivos como o próprio *Light Steel Frame*.

Se um método apresenta características de desempenho maiores que a convencional, isso precisa ser levado em conta. Portanto, para solucionar esse cenário de estagnação nos métodos construtivos brasileiros, é necessário incentivar cada vez mais estudos nesta área e realizar campanhas de marketing desmitificando as inovações, apresentando as reais vantagens dos novos métodos para toda a população.

Outra possibilidade seria a inserção do *Light Steel Frame* nos programas habitacionais, que além de melhorar o desempenho dos programas, seria uma forma de popularizar este método, pois, se nossos líderes apoiassem esse tipo de inovação acabariam trazendo confiança e credibilidade para a população investir e confiar nesse método, fazendo com que ao passar dos anos, esse método possa ser mais comum e visto de uma forma positiva e enfim, a sociedade realmente aproveitaria das vantagens dessa tecnologia.



## REFERÊNCIAS

- AÇO. Barra de aço para armadura de concreto galvanizada por imersão a quente – Parte 1. **Revista do Aço**. 2019. Disponível em: <https://www.revistadoaco.com.br/barra-de-aco-para-armadura-de-concreto-galvanizada-por-imersao-a-quente/>. Acesso 19 jan. 2021.
- ANGULLAR. Steel Frame e as instalações hidráulicas, elétricas e sanitárias. **Angullar – Arquitetura & Construção**. Vargem Grande Paulista. s.d. Disponível em: <https://www.angullar.com.br/instalacoeseletricasehidraulicas>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI. **Design of slabs on grade** (ACI 360R - 92), 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 8042, Bloco cerâmico para alvenaria - Formas e dimensões. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6118, Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7171, Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7480, Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação. Rio de Janeiro, 2007.
- APPOLINÁRIO, F. **Metodologia científica**. 2015. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000008833&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>. Acesso em: 16 set. 2020
- ÁVILA, A. V.; LOPES, O. C.; LIBRELOTTO, L. I. **Orçamento de obras**. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina, 2003. Disponível em: <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/ECV5307-%20Or%C3%A7amento.pdf> Acesso em: 15 Out.2020
- BARROS, M. M. S. B.; MELHADO, S. B. **Recomendações para a produção de estruturas de concreto armado em edifícios**. Projeto EPUSP/SENAI, 1998.
- BASTOS, P. S. dos S. **Fundamentos do concreto armado**. Faculdade de Engenharia, departamento de engenharia civil. Bauru: UNESP, 2006.
- BATEMAN, B. W. **Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction**. Department of construction science of A&M University. College Station. Texas, 1998.

BLANK, L.; TARQUIN, A. **Engenharia Econômica**. 6ª ed. MC Graw Hill, Belo Horizonte, 2008.

BRANDÃO, A. B. **Problemas de teoria e metodologia na questão da habitação**. Projeto: arquitetura, planejamento, desenho industrial, construção. São Paulo, n. 66, p. 102-108. 1984.

CÂMERA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **Déficit Habitacional no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>  
Acesso em: 11 de ago. 2020.

CARMO, E. **A política habitacional no Brasil pós-Plano Real: uma análise centrada na atuação da Caixa Econômica Federal**. 2006. 207 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia da Unicamp. 2006.

CHANDLER, H. **Aferição das armaduras antes do processo de concretagem**. HC Soluções Estruturais – Projetos e Consultorias em Engenharia. Disponível em: <https://hcsolucoesestruturais.com/portfolio/afericao-das-armaduras-antes-do-processo-de-concretagem/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. **Parede de Concreto – Coletânea de Ativos**. São Paulo, SP, 2007.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESPÍRITO SANTO - CREA-ES. **Bonificação ou Benefícios e Despesas Indiretas**. Vitória: CREA-ES, 2008.

CONSTRUINDODECOR. **Tipos de madeira para telhado**. Blog Construindodecor.2021. Disponível em: <https://construindodecor.com.br/tipos-de-madeira-para-telhado/>. Acesso em: 14 mar. 2021.

CONSUL STEEL. **Construcción com acero leviano – Manual de Procedimiento**. Buenos Aires: Consul Steel, 2002.

CRUZ, V. N.; FERNANDES, J. M.; REIS, L. P. Análise do processo de substituição de equipamentos por meio do método CAUE em uma mineradora de grande porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos**. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_208\\_233\\_27382.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_208_233_27382.pdf). Acesso em: 12 out. 2020.

DÓRIA, L. E. S. **Projeto de Estrutura de Fundação em Concreto do tipo Radier**. 2007. 108f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

FARIA, I. **Fase 11 – Fechamento vertical – Placa OSB**. Iara Faria Arquitetura. 23 abr. 2014. Disponível em: <https://www.iarafaria.com.br/fases-minha-casa/minha-casa-fase-9-fechamento-vertical/>. Acesso em 10 jan. 2021.

FELLOWS, R. F; LIU, A. M.M. **Research methods for construction**. Chichester, Reino Unido: John Wiley & Sons, 2015.

FERREIRA, A. R. **Programas de Combate ao Déficit Habitacional Brasileiro**. 2009. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. Construções de Light Steel Frame. **Revista Técnica**, São Paulo, n.112, 2006.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO - FJP. **Déficit Habitacional no Brasil 2015**. Diretoria de Estatísticas e Informações, Belo Horizonte, 2018.

GONZÁLES, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: UNISINOS, Ciências exatas e tecnológicas, 2008. Disponível em: <http://www.engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoesdaorcamentoeplanejamentodeobras.pdf> Acesso em: 12 Out. 2020.

IBGE. **População Rural e Urbana**. 2015. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 11 de ago. 2020.

KASSAI, J.R.; CASANOVA, S. P. C.; SANTOS, A.; ASSAF NETO, A. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2ª ed. Editora Atlas, 2000.

LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 2017. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsmib&AN=edsmib.000011052&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>. Acesso em: 15 set. 2020.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

LOUISIANA PACIFIC CORPORATION – LP. **Instalações Provisórias: Catálogo Técnico**. 2019. Disponível em: <https://www.lpbrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/10/PDF-Cat%C3%A1logo-T%C3%A9cnico-Instalacoes-provisorias.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2020.

MACHADO, B. M. **Política de Habitação e Direito à Cidade no Município de Embu/SP**. 2008. 200 f. Dissertação (Mestrado em Serviço Social) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo 2008

MARTINS, G. de A. **Manual para Elaboração de Monografias e Dissertações**. São Paulo: Atlas, 1994.

MARTINS, H. Instalações de Água: 5 erros para evitar. **Fluxo Consultoria**. Rio de Janeiro, 11 set. 2019. Disponível em: <https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/instalacoes-de-agua-5-erros-para-evitar/>. Acesso em 10 fev. 2021.

MASISA. **Painel Estrutural OSB masisa: recomendações práticas**. Catálogo Ponta Grossa: Masisa, 2003.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. São Paulo: PINI, 2006.

MENDES, H. O. **Procedimento para a Análise e Dimensionamento de Estruturas de Edifícios em Aço Leve**. 2015. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. **Seminário: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, p. 143-156, Londrina, 2010.

PAULUZZI. **Alvenaria de vedação**. 2020. Disponível em: <https://pauluzzi.com.br/alvenaria-de-vedacao/> Acesso em 11 ago. 2020.

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

PILÃO, E.N.; HUMEL, V.R.P. **Matemática Financeira e Engenharia Econômica. A teoria e a pratica da análise de projetos de investimentos**. Thomson, 2003.

PROITE, A. **Venda de títulos públicos pela internet: Programa Tesouro Direto**. In: SILVA, A. C.; CARVALHO, O.; MEDEIROS, O. L. Dívida Pública: a experiência brasileira. Brasília: Tesouro Nacional, v. 3, 2009.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS / CBCA, 2006.

RODRIGUES, F. C.; CALDAS, R. B. **Steel Framing: Engenharia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2016.

ROSSI, F. Alvenaria: Como construir uma parede de tijolos ou blocos. Pedreiro – Macetes de Construção. s.d. Disponível em: <https://pedreiro.com.br/alvenaria-como-construir-as-paredes-de-tijolos-ou-blocos/>. Acesso em: 17 fev. 2021.

SAMANEZ, C. P. **Engenharia econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SAINT-GOBAIN. **Guia de sistema para produtos planos**. Brasilit. 2011.

SANTIAGO, A. K; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. de. **Steel Framing: Arquitetura**. Instituto Aço Brasil/Centro Brasileiro da construção em aço. 2 ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012.

SANTOS, R. E. dos. A cultura do concreto armado no Brasil: educação e deseducação dos produtores do espaço construído. In: **Anais** do IV Congresso Brasileiro de História da Educação. Goiânia: Universidade Católica de Goiânia, 2006.

SINAPI. **Sinapi 2009**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/insumos-composicoes/Paginas/default.aspx> Acesso em 15 out. 2020.

SINDUSCONPR. **Tabela de Encargos Sociais (Folha de salários)**. 2020. Disponível em: <https://sindusconpr.com.br/tabela-de-encargos-sociais-folha-de-salarios-400-p>. Acesso em 26 abr. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS. **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos - Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamentos em chapas delgadas (Sistemas leves tipo “Light Wood Framing”)**. Diretriz n° 005. MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação. Brasília, 2013.

SOARES, I.; MOREIRA, J.; PINHO, C.; COUTO, J. **Decisões de investimento: Análise financeira de projetos**. 4ª ed. Editora Silabo, 2015.

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

SOUZA JÚNIOR, T. F. de. **Estruturas de Concreto Armado: Apostila**. 2016. 23 f. Curso de Engenharia Civil, Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

STN. **Balanço do Tesouro Direto - Fevereiro 2017**. Tesouro Direto - Secretaria do Tesouro Nacional. Brasília, p. 6. 2017. Disponível em: <http://www.tesouro.gov.br/documents/10180/571088/Balan%C3%A7o+TD+-+Fevereiro+17/a07b9a07-8abc-4f3d-8d8c-5d52ba50cd88> Acesso em: 5 out. 2020

TCPO: **Tabelas de composição de preços para orçamentos**. 14. ed. São Paulo: PINI, 2012.

TECNOFRAME. **Painel OSB – Componentes do Light Steel Frame**. 2019. Disponível em: <https://tecnoframe.com.br/painel-osb-componentes-do-light-steel-frame/> Acesso: 19 mai. 2021.

TESOURO DIRETO. **Conheça o Tesouro Direto**. Tesouro Direto - Secretaria do Tesouro Nacional, 2017. Disponível em: <http://www.tesouro.fazenda.gov.br/web/stn/tesouro-direto-regras-do-tesouro-direto>. Acesso em: 23 set. 2020.

THOMAZ, E.; MITIDIERI FILHO, C. V; CLETO, F. R; CARDOSO, F. F. **Código de práticas nº1: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2009.

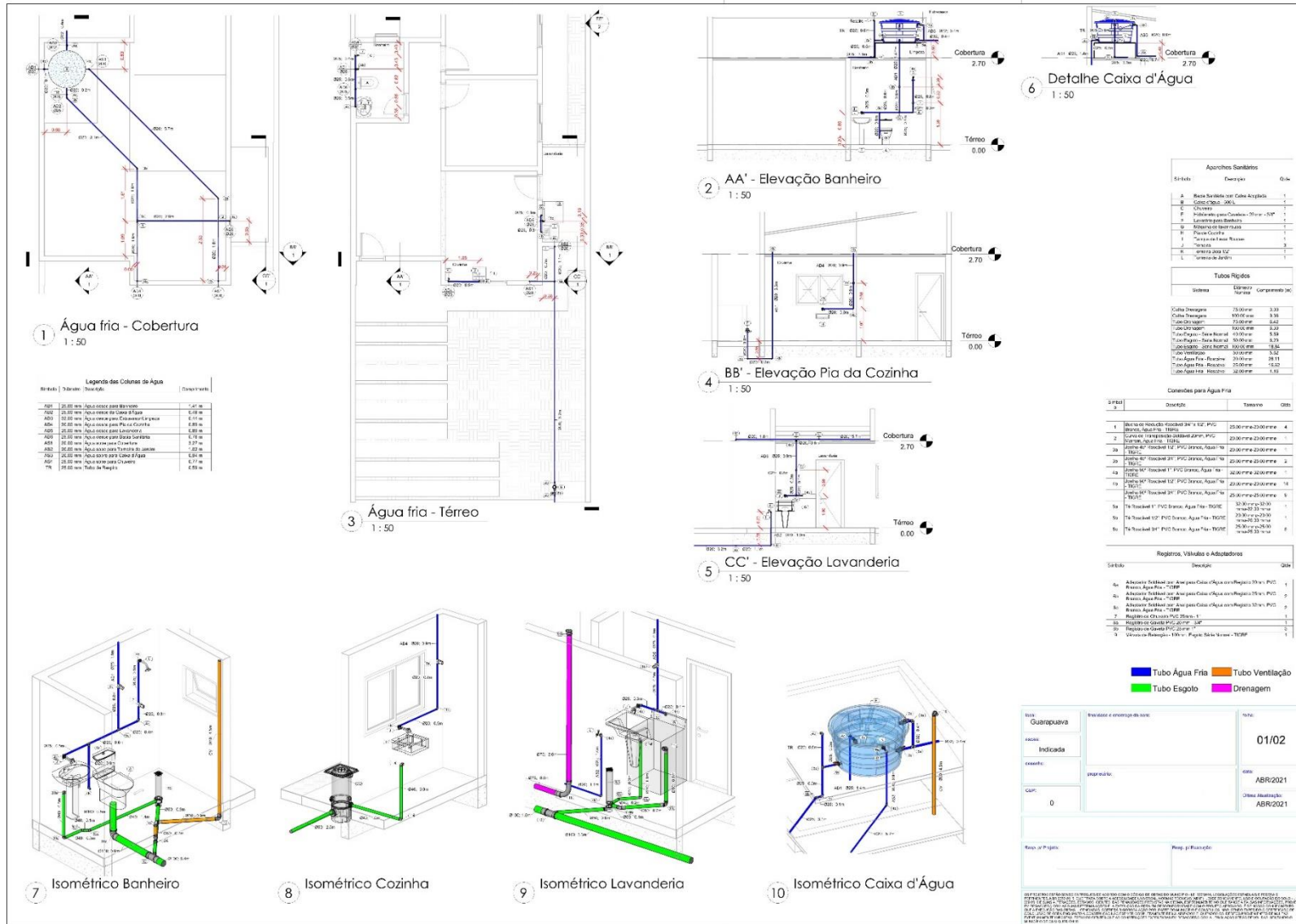
TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: Consultoria, projeto e execução**. São Paulo: PINI, 2006.

VANNUCCI, L. R. **Matemática financeira e engenharia econômica: Princípio e aplicações**. 2ª ed. Editora Blucher, 2017.

VIVIAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. **Vantagem produtiva do sistema Light Steel Framing: da construção enxuta à racionalização construtiva**. Educação Continuada. 2015.

## **APÊNDICE A - PROJETOS COMPLEMENTARES**

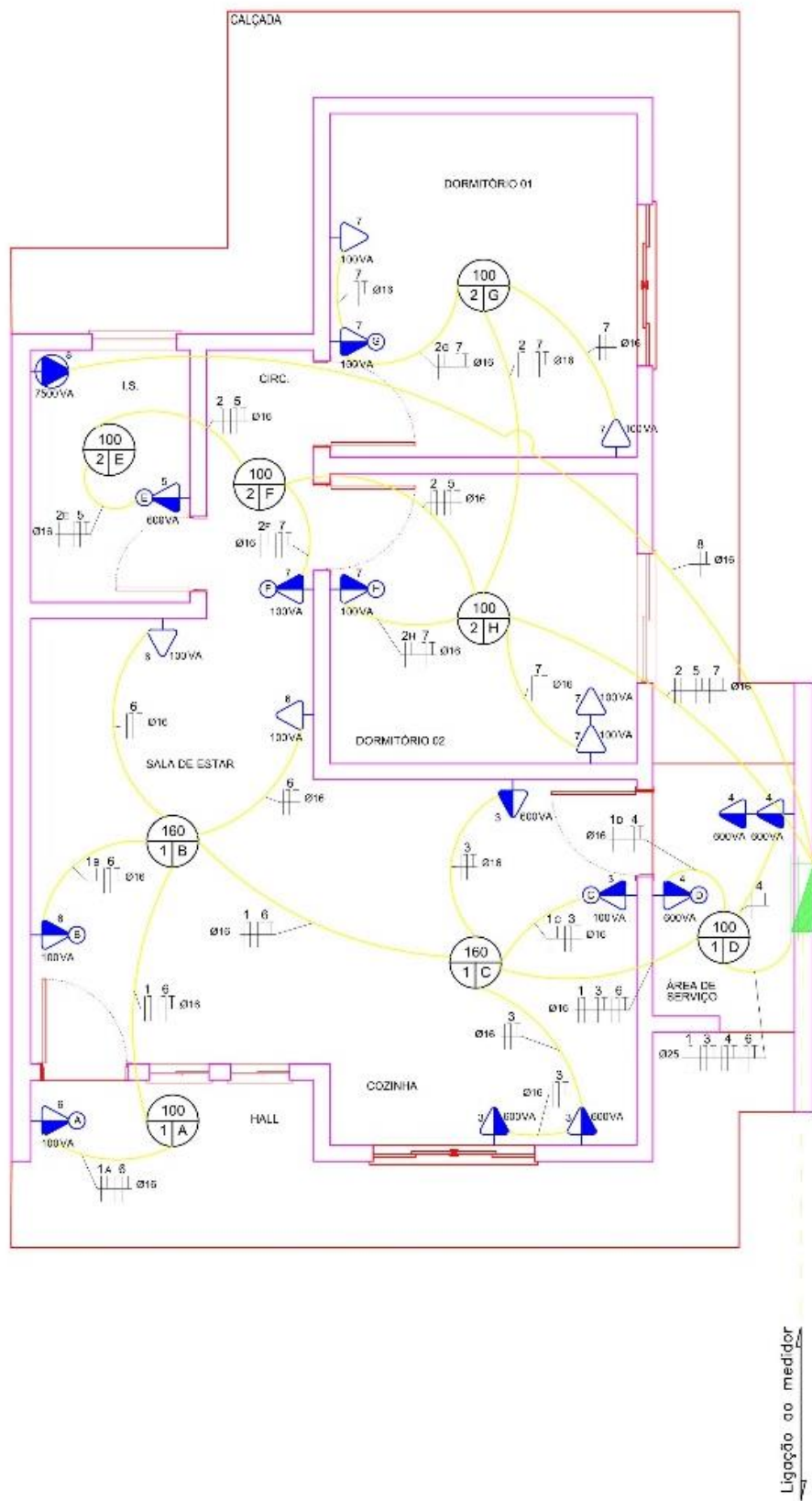
Figura A1 – Projeto complementar hidrossanitário











Fonte: Autoria própria (2021)

## **APÊNDICE B - ORÇAMENTOS**

Tabela B1 – Orçamento completo de cada item para o método convencional

Item	Código	Descrição	Unidade	Quantidade	Custo unitário				Custo total			
					Material	Equipamento	Mão-de-obra	Total	Material	Equipamento	Mão-de-obra	Total
1		Serviços iniciais										
1.1		Serviços técnicos										
1.1.1	3R 02 74 50 00 00 00 00 15	Gabarito perimétrico para locação da obra	m	56,7	25,09	0,00	0,00	25,09	1.422,60	0,00	0,00	1.422,60
1.1.3	02.101.000030.SER	Abriço provisório de madeira para alojamento e/ou depósito de materiais e ferramentas	m²	9	289,62		0,00	289,62	2.606,58	0,00	0,00	2.606,58
1.1.4	02.101.000040.SER	Ligação provisória de água para obra e instalação sanitária provisória, pequenas obras - instalação mínima	1 u	1	2.093,63		0,00	2.093,63	2.093,63	0,00	0,00	2.093,63
1.1.5	02.101.000045.SER	Ligação provisória de luz e força para obra - instalação mínima	1 u	1	1.825,06		0,00	1.825,06	1.825,06	0,00	0,00	1.825,06
2		Infra Estrutura										
2.1	3R 10 61 10 00 00 00 05 26	Piso em concreto armado C30 S50 # 14 cm, sobre lastro de brita # 10 cm	m²	60	217,12		0,00	217,12	13.027,20	0,00	0,00	13.027,20
3		Alvenaria										
3.1	3R 05 12 00 00 00 00 05 30	Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos furados 9 x 19 x 19 cm furos horizontais, espessura da parede 19 cm, juntas de 10 mm com argamassa mista de cal hidratada e areia traço 1:4	m²	152	71,14		0,00	71,14	10.813,28		0,00	10.813,28
4		Super Estrutura										
4.1.1	3R 04 12 14 00 00 00 29 06	Forma para vigas com tábuas e sarrafos, 3 reaproveitamentos	m²	9	42,58		0,00	42,58	383,22		0,00	383,22
4.1.2	3R 04 22 14 00 00 02 15 05	Armadura de aço CA-25 para estruturas de concreto armado, Ø até 12,5 mm, corte, dobra e montagem	kg	214	12,64		0,00	12,64	2.704,96		0,00	2.704,96
4.1.3	3R 04 23 14 00 00 00 15 22	Concreto preparado na obra C25 S50, controle "A", brita 1	m³	2,199	417,68		0,00	417,68	918,48		0,00	918,48
4.1.4	3R 04 22 14 00 00 03 25 06	Armadura de aço CA-60 para estruturas de concreto armado, Ø de 5,00 até 7,00 mm, corte, dobra e montagem	kg	58,38	16,14		0,00	16,14	942,25		0,00	942,25
4.1.5	3R 04 12 14 00 00 00 28 11	Forma para pilares com tábuas e sarrafos, 3 reaproveitamentos	m²	7	51,52		0,00	51,52	360,64		0,00	360,64

4.2	3R 05 06 21 00 00 00 05 08	Verga /cinta em bloco de concreto canaleta 14 x 19 x 39 cm	m	14	18,49		0,00	18,49	258,86		0,00	258,86
5		Cobertura										
5.1	3R 14 35 00 00 00 00 31 13	Estrutura de madeira para telha ondulada de fibrocimento, alumínio ou plástica, ancorada em laje ou parede	m <sup>2</sup>	54,8	51,87		0,00		2.842,48		0,00	2.842,48
5.2	3R 08 32 20 00 00 00 05 10	Cobertura com telha de fibrocimento, uma água, perfil ondulado, # 6 mm, altura 51 mm, largura útil 1.050 mm, inclinação 27%	m <sup>2</sup>	54,8	28,71		0,00	28,71	1.573,31		0,00	1.573,31
6		Forro										
6.1	3R 10 58 00 00 00 00 05 05	Forro de lâminas PVC 600 x 10 cm, # 8 mm em painéis lineares encaixados entre si e fixados em estrutura de madeira	m <sup>2</sup>	45	79,31		11,80	91,11	3.568,95		531,00	4.099,95
7		Revestimento interno										
7.1	3R 10 11 10 00 00 00 05 05	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	m <sup>2</sup>	152	2,41		0,00	2,41	366,32		0,00	366,32
7.2	3R 10 11 11 00 00 00 05 08	Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	m <sup>2</sup>	152	7,78		0,00	7,78	1.182,56		0,00	1.182,56
8		Revestimento externo										
8.1	3R 10 11 10 00 00 00 05 05	Chapisco para parede interna ou externa com argamassa de cimento e areia traço 1:3	m <sup>2</sup>	114,7	2,49		0,00	2,49	285,60		0,00	285,60
8.2	3R 10 11 11 00 00 00 05 08	Emboço para parede interna # 3 cm com argamassa de cal hidratada e areia traço 1:4,5, com betoneira	m <sup>2</sup>	114,7	7,78		0,00	7,78	892,37		0,00	892,37
9		REVESTIMENTO CERÂMICO										
9.1		Calçada										
9.1.1	3R 10 61 10 00 00 00 05 08	Piso cimentado com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com impermeabilizante	m <sup>2</sup>	22,41	13,40		0,00	13,40	300,29		0,00	300,29
9.2		Piso e Parede										
9.2.1	3R 33 11 15 13 00 00 00 09	Lastro de brita 1 apilado com soquete manual para regularização	m <sup>3</sup>	0,9	160,56		0,00	160,56	144,50		0,00	144,50
9.2.2	35 11 15 17 00 00 05 15	Lastro de concreto não estrutural impermeabilizado espessura 6 cm	m <sup>2</sup>	43,82	22,39		0,00	22,39	981,13		0,00	981,13

9.2.3	3R 10 61 10 00 00 00 10 36	Regularização desempenada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia com aditivo impermeabilizante # 3 cm / traço: 1:3	m²	43,82	26,80	0,00	26,80	1.174,38	0,00	1.174,38
9.2.4	3R 10 64 00 00 00 00 05 10	Piso cerâmico esmaltado 30 x 30 x 2,5 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal e areia	m²	43,82	42,60	0,00	42,60	1.866,73	0,00	1.866,73
10		Esquadrias								
10.1	3R 09 15 00 00 00 00 05 22	Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	unidade	1	741,01	0,00	741,01	741,01	0,00	741,01
10.2	3R 09 15 00 00 00 00 05 28	Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, externa, com batente, guarnição e ferragem	unidade	3	1.456,22	0,00	1.456,22	4.368,66	0,00	4.368,66
10.3	3R 09 52 14 00 00 00 10 05	Janela de alumínio 0,60 x 0,60 m, basculante (vitro) com uma seção, com vidro cancelado	unidade	1	76,53	0,00	76,53	76,53	0,00	76,53
10.4	3R 09 52 14 00 00 00 10 23	Janela de alumínio 1,00 x 1,20 m, de correr, com duas folhas, com vidro liso	unidade	3	292,19	0,00	292,19	876,57	0,00	876,57
10.5	3R 09 52 14 00 00 00 10 08	Janela de alumínio 0,60 x 1,20 m, basculante (vitro) com duas seções, com vidro cancelado	unidade	2	193,10	0,00	193,10	386,20	0,00	386,20
11		PINTURA								
11.1		Pintura interna								
11.1.1	3R 10 97 00 00 00 00 22 05	Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	unidade	58,39	2,08	0,00	2,08	121,45	0,00	121,45
11.1.2	3R 10 97 00 00 00 00 29 05	Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	unidade	58,39	5,05	0,00	5,05	294,87	0,00	294,87
11.2		Pintura externa								
11.2.1	3R 10 97 00 00 00 00 20 13	Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	unidade	133,5	4,25	0,00	4,25	567,38	0,00	567,38
11.2.2	3R 10 97 00 00 00 00 20 05	Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	unidade	133,5	6,22	0,00	6,22	830,37	0,00	830,37
12		HIDRÁULICA								
12.1		APARELHOS SANITÁRIOS								
12.1.1	3R 23 42 40 00 00 00 05 03	Bacia sanitária de louça com caixa acoplada, com tampa e acessórios	unidade	1	594,68	0,00	594,68	594,68	0,00	594,68

12.1.2	3R 23 34 00 00 37 20 02 15	Chuveiro elétrico automático, 220 V-5400 W	unidade	1	206,21		0,00	206,21	206,21		0,00	206,21
12.1.3	3R 23 42 17 00 00 00 05 29	Lavatório de louça de embutir (cuba), com aparelho misturador e acessórios	unidade	1	615,21		0,00	615,21	615,21		0,00	615,21
12.1.4	3R 23 12 00 00 30 40 04 03	Torneira de bóia Ø 20 mm - 3/4"	unidade	3	164,30		0,00	164,30	492,90		0,00	492,90
12.1.5	3R 23 12 00 00 30 40 04 06	Torneira de bóia Ø 40 mm - 1 1/2"	unidade	1	170,69		0,00	170,69	170,69		0,00	170,69
12.2		Caixas e Ralos										
12.2.1	3R 23 12 00 00 33 10 01 02	Caixa de areia 50 x 50 cm em alvenaria para águas pluviais	unidade	1	234,15		0,00	234,15	234,15		0,00	234,15
12.2.2	3R 23 12 00 00 33 20 02 05	Caixa de gordura de polietileno Ø 50 x 100 mm	unidade	1	293,23		0,00	293,23	293,23		0,00	293,23
12.2.3	3R 23 12 00 00 33 30 03 14	Ralo sifonado PVC rígido 100 x 70 x 40 mm	unidade	2	60,29		0,00	60,29	120,58		0,00	120,58
12.2.4	3R 23 12 00 00 33 20 02 10	Caixa de inspeção de polietileno Ø 100 mm	unidade	2	200,76		0,00	200,76	401,52		0,00	401,52
12.3		Sistema de drenagem										
12.3.1	3R 08 61 00 00 00 00 20 05	Calha beiral PVC semicircular, Ø 125 mm incluindo emenda, esquadro, bocal, terminal, suporte e vedação, não incluído condutor	unidade	12,7	158,99		0,00	158,99	2.019,17		0,00	2.019,17
12.3.2	3R 23 12 00 00 10 16 07 17	Joelho 45° soldável PVC Ø 40 mm	unidade	3	9,55		0,00	9,55	28,65		0,00	28,65
12.3.3	3R 23 12 00 00 10 16 07 18	Joelho 45° soldável PVC Ø 50 mm	unidade	1	12,56		0,00	12,56	12,56		0,00	12,56
12.3.4	3R 23 12 00 00 10 16 07 08	Joelho 90° soldável PVC Ø 40 mm	unidade	6	6,11		0,00	6,11	36,66		0,00	36,66
12.3.5	3R 23 12 00 00 10 16 07 09	Joelho 90° soldável PVC Ø 50 mm	unidade	5	7,29		0,00	7,29	36,45		0,00	36,45
12.3.6	3R 23 12 00 00 10 16 07 13	Joelho 90° soldável PVC Ø 110 mm	unidade	1	196,97		0,00	196,97	196,97		0,00	196,97
12.3.7	3R 23 14 00 00 10 27 13 22	Junção 45° PVC com redução ponta bolsa e virola Ø 100 x 50 mm	unidade	2	32,26		0,00	32,26	64,52		0,00	64,52
12.3.8	3R 23 14 00 00 10 27 13 35	Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 50 mm	unidade	7	6,96		0,00	6,96	48,72		0,00	48,72
12.3.9	3R 23 14 00 00 10 27 13 36	Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 75 mm	unidade	4	11,24		0,00	11,24	44,96		0,00	44,96
12.3.10	3R 23 14 00 00 10 27 13 37	Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 100 mm	unidade	6	14,20		0,00	14,20	85,20		0,00	85,20
12.3.11	3R 23 14 00 00 10 27 13 43	Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 50 mm	unidade	1	11,02		0,00	11,02	11,02		0,00	11,02
12.3.12	3R 23 14 00 00 10 27 13 44	Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 75 mm	unidade	2	13,10		0,00	13,10	26,20		0,00	26,20
12.4		Conexões para Água Fria										
12.4.1	3R 23 12 00 00 16 14 05 22	Curva de transposição PPR macho-macho Ø 20 mm	unidade	1	8,71		0,00	8,71	8,71		0,00	8,71



12.4.2	3R 23 12 00 00 10 20 11 14	Bucha de redução PVC roscável Ø 3/4" x 1/2"	unidade	4	2,16		0,00	2,16	8,64		0,00	8,64
12.4.3	3R 23 12 00 00 10 21 11 11	Joelho 45° PVC roscável Ø 1/2"	unidade	1	8,10		0,00	8,10	8,10		0,00	8,10
12.4.4	3R 23 12 00 00 10 21 11 12	Joelho 45° PVC roscável Ø 3/4"	unidade	2	9,94		0,00	9,94	19,88		0,00	19,88
12.4.5	3R 23 12 00 00 10 21 11 21	Joelho 90° PVC roscável Ø 1"	unidade	1	7,06		0,00	7,06	7,06		0,00	7,06
12.4.6	3R 23 12 00 00 10 21 11 19	Joelho 90° PVC roscável Ø 1/2"	unidade	14	2,76		0,00	2,76	38,64		0,00	38,64
12.4.7	3R 23 12 00 00 10 21 11 20	Joelho 90° PVC roscável Ø 3/4"	unidade	9	4,45		0,00	4,45	40,05		0,00	40,05
12.4.8	3R 23 12 00 00 10 22 11 12	Tê 90° PVC roscável Ø 1 1/2"	unidade	1	40,14		0,00	40,14	40,14		0,00	40,14
12.4.9	3R 23 12 00 00 10 22 11 09	Tê 90° PVC roscável Ø 3/4"	unidade	5	6,88		0,00	6,88	34,40		0,00	34,40
12		Registros, Válvulas e Adaptadores										
12.5.1	3R 23 12 00 00 10 12 03 03	Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 20 mm x 1/2"	unidade	1	18,10		0,00	18,10	18,10		0,00	18,10
12.5.2	3R 23 12 00 00 10 12 03 04	Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 25 mm x 3/4"	unidade	2	21,99		0,00	21,99	43,98		0,00	43,98
12.5.3	3R 23 12 00 00 10 12 03 05	Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 32 mm x 1"	unidade	2	39,01		0,00	39,01	78,02		0,00	78,02
12.5.4	3R 23 12 00 00 30 30 03 11	Registro de pressão em PVC soldável para chuveiro Ø 25 mm	unidade	1	37,39		0,00	37,39	37,39		0,00	37,39
12.5.5	3R 23 12 00 00 30 20 02 11	Registro de gaveta bruto Ø 20 mm - 3/4"	unidade	1	25,36		0,00	25,36	25,36		0,00	25,36
12.5.6	3R 23 12 00 00 30 20 02 12	Registro de gaveta bruto Ø 25 mm - 1"	unidade	3	36,20		0,00	36,20	108,60		0,00	108,60
12.5.7	3R 23 12 00 00 27 30 03 12	Válvula de retenção horizontal ou vertical Ø 100 mm - 4"	unidade	1	750,38		0,00	750,38	750,38		0,00	750,38
12.6		Tubos Rígidos										
12.6.1	3R 23 12 00 00 10 10 01 12	Tubo PVC soldável Ø 20 mm	m	28,11	4,91		0,00	4,91	138,02		0,00	138,02
12.6.2	3R 23 12 00 00 10 10 01 13	Tubo PVC soldável Ø 25 mm	m	16,62	6,19		0,00	6,19	102,88		0,00	102,88
12.6.3	3R 23 12 00 00 10 10 01 14	Tubo PVC soldável Ø 32 mm	m	1,16	16,07		0,00	16,07	18,64		0,00	18,64
12.6.4	3R 23 12 00 00 10 10 01 15	Tubo PVC soldável Ø 40 mm	m	5,89	22,20		0,00	22,20	130,76		0,00	130,76
12.6.5	3R 23 12 00 00 10 10 01 16	Tubo PVC soldável Ø 50 mm	m	11,91	26,52		0,00	26,52	315,85		0,00	315,85
12.6.6	3R 23 12 00 00 10 10 01 18	Tubo PVC soldável Ø 75 mm	m	9,42	69,88		0,00	69,88	658,27		0,00	658,27
	3R 23 14 00 00 10 25 12 08	Tubo PVC PBV Ø 100 mm	m	34,5	28,81		0,00	28,81	993,95		0,00	993,95
13		ELÉTRICA										
13.1	3R 27 21 00 00 00 01 04 03	Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 16 mm	m	2	1,99		0,00	1,99	3,98		0,00	3,98

13.2	3R 27 21 00 00 00 01 04 05	Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	m	65	2,82		0,00	2,82	183,30		0,00	183,30
13.3	3R 27 06 20 00 00 00 70 16	Cabo isolado em PVC 1,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	90	1,82		0,00	1,82	163,80		0,00	163,80
13.4	3R 27 06 20 00 00 00 70 17	Cabo isolado em PVC 2,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	570	2,66		0,00	2,66	1.516,20		0,00	1.516,20
13.5	3R 27 06 20 00 00 00 70 04	Cabo isolado em PVC 6 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C - flexível	m	45	4,73		0,00	4,73	212,85		0,00	212,85
13.6	3R 27 29 00 00 00 00 46 04	Disjuntor monopolar termomagnético de 6 A em quadro de distribuição	unidade	2	38,98		0,00	38,98	77,96		0,00	77,96
13.7	3R 27 29 00 00 00 00 46 06	Disjuntor monopolar termomagnético de 16 A em quadro de distribuição	unidade	2	9,61		0,00	9,61	19,22		0,00	19,22
13.8	3R 27 29 00 00 00 00 46 22	Disjuntor bipolar termomagnético de 50 A em quadro de distribuição	unidade	1	46,24		0,00	46,24	46,24		0,00	46,24
13.9	16.115.000150.SER	Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, retangular 4 x 2"	unidade	18	2,74		0,00	2,74	49,32		0,00	49,32
13.10	16.115.000154.SER	Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, octogonal com anel deslizante 3 x 3"	unidade	8	7,50		0,00	7,50	60,00		0,00	60,00
13.11	16.121.000101.SER	Tomada universal dois polos 10 A - 250 V	unidade	11	5,79		0,00	5,79	63,69		0,00	63,69
13.12	16.121.000024.SER	Interruptor e tomada, uma tecla simples e uma tomada dois polos universal 10 A - 250 V	unidade	6	22,70		0,00		136,20		0,00	136,20
14		Serviços complementares										
14.1	32.105.000100.SER	Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	unidade	1	278,47		0,00	278,47	278,47		0,00	278,47
14.2	32.109.000200.SER	Limpeza geral da edificação - somente mão de obra	m <sup>2</sup>	57,6	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
										<b>TOTAL</b>	<b>119.765,09</b>	
										<b>PREÇO POR METRO</b>	<b>2.112,26</b>	

Fonte: Autoria própria (2021)



6.1.1	3R 10 61 10 00 00 00 05 08	Piso cimentado com argamassa de cimento e areia traço 1:3, com impermeabilizante	m²	22,41	13,40		0,00	13,40	300,29		0,00	300,29
6.2		Piso e Parede										
6.2.1	3R 33 11 15 13 00 00 00 09	Lastro de brita 1 apiloado com soquete manual para regularização	m³	0,9	160,56		0,00	160,56	144,50		0,00	144,50
6.2.2	35 11 15 17 00 00 05 15	Lastro de concreto não estrutural impermeabilizado espessura 6 cm	m²	43,82	22,39		0,00	22,39	981,13		0,00	981,13
6.2.3	3R 10 61 10 00 00 00 10 36	Regularização desempenada de base para revestimento de piso com argamassa de cimento e areia com aditivo impermeabilizante # 3 cm / traço: 1:3	m²	43,82	26,80		0,00	26,80	1.174,38		0,00	1.174,38
6.2.4	3R 10 64 00 00 00 00 05 10	Piso cerâmico esmaltado 30 x 30 x 2,5 cm assentado com argamassa mista de cimento, cal e areia	m²	43,82	42,60		0,00	42,60	1.866,73		0,00	1.866,73
7		Esquadrias										
7.1	3R 09 15 00 00 00 00 05 22	Porta de madeira 0,70 x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	unidade	1	741,01		0,00	741,01	741,01		0,00	741,01
7.2	3R 09 15 00 00 00 00 05 28	Porta de madeira 0,80 x 2,10 m, externa, com batente, guarnição e ferragem	unidade	3	1.456,22		0,00	1.456,22	4.368,66		0,00	4.368,66
7.3	3R 09 52 14 00 00 00 10 05	Janela de alumínio 0,60 x 0,60 m, basculante (vitrô) com uma seção, com vidro cancelado	unidade	1	76,53		0,00	76,53	76,53		0,00	76,53
7.4	3R 09 52 14 00 00 00 10 23	Janela de alumínio 1,00 x 1,20 m, de correr, com duas folhas, com vidro liso	unidade	3	292,19		0,00	292,19	876,57		0,00	876,57
7.5	3R 09 52 14 00 00 00 10 08	Janela de alumínio 0,60 x 1,20 m, basculante (vitrô) com duas seções, com vidro cancelado	unidade	2	193,10		0,00	193,10	386,20		0,00	386,20
8		PINTURA										
8.1		Pintura interna										
8.1.1	3R 10 97 00 00 00 00 22 05	Emassamento de parede interna com massa corrida à base de PVA com duas demãos, para pintura látex	unidade	58,39	2,08		0,00	2,08	121,45		0,00	121,45
8.1.2	3R 10 97 00 00 00 00 29 05	Pintura com tinta látex PVA em parede interna, com duas demãos, sem massa corrida	unidade	58,39	5,05		0,00	5,05	294,87		0,00	294,87
8.2		Pintura externa										
8.2.1	3R 10 97 00 00 00 00 20 13	Emassamento de parede externa com massa acrílica com duas demãos, para pintura látex	unidade	133,5	4,25		0,00	4,25	567,38		0,00	567,38
8.2.2	3R 10 97 00 00 00 00 20 05	Pintura com tinta látex acrílica em parede externa, com duas demãos, sem massa corrida	unidade	133,5	6,22		0,00	6,22	830,37		0,00	830,37

9		HIDRÁULICA										
9.1		APARELHOS SANITÁRIOS										
9.1.1	3R 23 42 40 00 00 00 05 03	Bacia sanitária de louça com caixa acoplada, com tampa e acessórios	unidade	1	594,68		0,00	594,68	594,68		0,00	594,68
9.1.2	3R 23 34 00 00 37 20 02 15	Chuveiro elétrico automático, 220 V- 5400 W	unidade	1	206,21		0,00	206,21	206,21		0,00	206,21
9.1.3	3R 23 42 17 00 00 00 05 29	Lavatório de louça de embutir (cuba), com aparelho misturador e acessórios	unidade	1	615,21		0,00	615,21	615,21		0,00	615,21
9.1.4	3R 23 12 00 00 30 40 04 03	Torneira de bóia Ø 20 mm - 3/4"	unidade	3	164,30		0,00	164,30	492,90		0,00	492,90
9.1.5	3R 23 12 00 00 30 40 04 06	Torneira de bóia Ø 40 mm - 1 1/2"	unidade	1	170,69		0,00	170,69	170,69		0,00	170,69
9.2		Caixas e Ralos										
9.2.1	3R 23 12 00 00 33 10 01 02	Caixa de areia 50 x 50 cm em alvenaria para águas pluviais	unidade	1	234,15		0,00	234,15	234,15		0,00	234,15
9.2.2	3R 23 12 00 00 33 20 02 05	Caixa de gordura de polietileno Ø 50 x 100 mm	unidade	1	293,23		0,00	293,23	293,23		0,00	293,23
9.2.3	3R 23 12 00 00 33 30 03 14	Ralo sifonado PVC rígido 100 x 70 x 40 mm	unidade	2	60,29		0,00	60,29	120,58		0,00	120,58
9.2.4	3R 23 12 00 00 33 20 02 10	Caixa de inspeção de polietileno Ø 100 mm	unidade	2	200,76		0,00	200,76	401,52		0,00	401,52
9.3		Sistema de drenagem										
9.3.1	3R 08 61 00 00 00 00 20 05	Calha beiral PVC semicircular, Ø 125 mm incluindo emenda, esquadro, bocal, terminal, suporte e vedação, não incluído condutor	m	12,7	158,99		0,00	158,99	2.019,17		0,00	2.019,17
9.3.2	3R 23 12 00 00 10 16 07 17	Joelho 45° soldável PVC Ø 40 mm	unidade	3	9,55		0,00	9,55	28,65		0,00	28,65
9.3.3	3R 23 12 00 00 10 16 07 18	Joelho 45° soldável PVC Ø 50 mm	unidade	1	12,56		0,00	12,56	12,56		0,00	12,56
9.3.4	3R 23 12 00 00 10 16 07 08	Joelho 90° soldável PVC Ø 40 mm	unidade	6	6,11		0,00	6,11	36,66		0,00	36,66
9.3.5	3R 23 12 00 00 10 16 07 09	Joelho 90° soldável PVC Ø 50 mm	unidade	5	7,29		0,00	7,29	36,45		0,00	36,45
9.3.6	3R 23 12 00 00 10 16 07 13	Joelho 90° soldável PVC Ø 110 mm	unidade	1	196,97		0,00	196,97	196,97		0,00	196,97
9.3.7	3R 23 14 00 00 10 27 13 22	Junção 45° PVC com redução ponta bolsa e virola Ø 100 x 50 mm	unidade	2	32,26		0,00	32,26	64,52		0,00	64,52
9.3.8	3R 23 14 00 00 10 27 13 35	Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 50 mm	unidade	7	6,96		0,00	6,96	48,72		0,00	48,72
9.3.9	3R 23 14 00 00 10 27 13 36	Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 75 mm	unidade	4	11,24		0,00	11,24	44,96		0,00	44,96
9.3.10	3R 23 14 00 00 10 27 13 37	Luva simples PVC ponta bolsa e virola Ø 100 mm	unidade	6	14,20		0,00	14,20	85,20		0,00	85,20

9.3.11	3R 23 14 00 00 10 27 13 43	Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 50 mm	unidade	1	11,02		0,00	11,02	11,02		0,00	11,02
9.3.12	3R 23 14 00 00 10 27 13 44	Redução excêntrica PVC PBV Ø 100 x 75 mm	unidade	2	13,10		0,00	13,10	26,20		0,00	26,20
9.4		Conexões para Água Fria										
9.4.1	3R 23 12 00 00 16 14 05 22	Curva de transposição PPR macho-macho Ø 20 mm	unidade	1	8,71		0,00	8,71	8,71		0,00	8,71
9.4.2	3R 23 12 00 00 10 20 11 14	Bucha de redução PVC roscável Ø 3/4" x 1/2"	unidade	4	2,16		0,00	2,16	8,64		0,00	8,64
9.4.3	3R 23 12 00 00 10 21 11 11	Joelho 45° PVC roscável Ø 1/2"	unidade	1	8,10		0,00	8,10	8,10		0,00	8,10
9.4.4	3R 23 12 00 00 10 21 11 12	Joelho 45° PVC roscável Ø 3/4"	unidade	2	9,94		0,00	9,94	19,88		0,00	19,88
9.4.5	3R 23 12 00 00 10 21 11 21	Joelho 90° PVC roscável Ø 1"	unidade	1	7,06		0,00	7,06	7,06		0,00	7,06
9.4.6	3R 23 12 00 00 10 21 11 19	Joelho 90° PVC roscável Ø 1/2"	unidade	14	2,76		0,00	2,76	38,64		0,00	38,64
9.4.7	3R 23 12 00 00 10 21 11 20	Joelho 90° PVC roscável Ø 3/4"	unidade	9	4,45		0,00	4,45	40,05		0,00	40,05
9.4.8	3R 23 12 00 00 10 22 11 12	Tê 90° PVC roscável Ø 1 1/2"	unidade	1	40,14		0,00	40,14	40,14		0,00	40,14
9.4.9	3R 23 12 00 00 10 22 11 09	Tê 90° PVC roscável Ø 3/4"	unidade	5	6,88		0,00	6,88	34,40		0,00	34,40
9.5		Registros, Válvulas e Adaptadores										
9.5.1	3R 23 12 00 00 10 12 03 03	Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 20 mm x 1/2"	unidade	1	18,10		0,00	18,10	18,10		0,00	18,10
9.5.2	3R 23 12 00 00 10 12 03 04	Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 25 mm x 3/4"	unidade	2	21,99		0,00	21,99	43,98		0,00	43,98
9.5.3	3R 23 12 00 00 10 12 03 05	Adaptador soldável PVC com flanges e anel para caixa d'água Ø 32 mm x 1"	unidade	2	39,01		0,00	39,01	78,02		0,00	78,02
9.5.4	3R 23 12 00 00 30 30 03 11	Registro de pressão em PVC soldável para chuveiro Ø 25 mm	unidade	1	37,39		0,00	37,39	37,39		0,00	37,39
9.5.5	3R 23 12 00 00 30 20 02 11	Registro de gaveta bruto Ø 20 mm - 3/4"	unidade	1	25,36		0,00	25,36	25,36		0,00	25,36
9.5.6	3R 23 12 00 00 30 20 02 12	Registro de gaveta bruto Ø 25 mm - 1"	unidade	3	36,20		0,00	36,20	108,60		0,00	108,60
9.5.7	3R 23 12 00 00 27 30 03 12	Válvula de retenção horizontal ou vertical Ø 100 mm - 4"	unidade	1	750,38		0,00	750,38	750,38		0,00	750,38
9.6		Tubos Rígidos										
9.6.1	3R 23 12 00 00 10 10 01 12	Tubo PVC soldável Ø 20 mm	m	28,11	4,91		0,00	4,91	138,02		0,00	138,02
9.6.2	3R 23 12 00 00 10 10 01 13	Tubo PVC soldável Ø 25 mm	m	16,62	6,19		0,00	6,19	102,88		0,00	102,88
9.6.3	3R 23 12 00 00 10 10 01 14	Tubo PVC soldável Ø 32 mm	m	1,16	16,07		0,00	16,07	18,64		0,00	18,64
9.6.4	3R 23 12 00 00 10 10 01 15	Tubo PVC soldável Ø 40 mm	m	5,89	22,20		0,00	22,20	130,76		0,00	130,76
9.6.5	3R 23 12 00 00 10 10 01 16	Tubo PVC soldável Ø 50 mm	m	11,91	26,52		0,00	26,52	315,85		0,00	315,85

9.6.6	3R 23 12 00 00 10 10 01 18	Tubo PVC soldável Ø 75 mm	m	9,42	69,88		0,00	69,88	658,27		0,00	658,27
9.6.7	3R 23 14 00 00 10 25 12 08	Tubo PVC PBV Ø 100 mm	m	34,5	28,81		0,00	28,81	993,95		0,00	993,95
10		ELÉTRICA										
10.1	3R 27 21 00 00 00 01 04 03	Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 16 mm	m	2	1,99		0,00	1,99	3,98		0,00	3,98
10.2	3R 27 21 00 00 00 01 04 05	Eletroduto PVC flexível corrugado Ø 25 mm 3/4"	m	65	2,82		0,00	2,82	183,30		0,00	183,30
10.3	3R 27 06 20 00 00 00 70 16	Cabo isolado em PVC 1,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	90	1,82		0,00	1,82	163,80		0,00	163,80
10.4	3R 27 06 20 00 00 00 70 17	Cabo isolado em PVC 2,5 mm <sup>2</sup> - 0,6/1KV - 70°C - flexível	m	570	2,66		0,00	2,66	1.516,20		0,00	1.516,20
10.5	3R 27 06 20 00 00 00 70 04	Cabo isolado em PVC 6 mm <sup>2</sup> - 750 V - 70°C - flexível	m	45	4,73		0,00	4,73	212,85		0,00	212,85
10.6	3R 27 29 00 00 00 00 46 04	Disjuntor monopolar termomagnético de 6 A em quadro de distribuição	unidade	2	38,98		0,00	38,98	77,96		0,00	77,96
10.7	3R 27 29 00 00 00 00 46 06	Disjuntor monopolar termomagnético de 16 A em quadro de distribuição	unidade	2	9,61		0,00	9,61	19,22		0,00	19,22
10.8	3R 27 29 00 00 00 00 46 22	Disjuntor bipolar termomagnético de 50 A em quadro de distribuição	unidade	1	46,24		0,00	46,24	46,24		0,00	46,24
10.9	16.115.000150.SER	Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, retangular 4 x 2"	unidade	18	2,74		0,00	2,74	49,32		0,00	49,32
10.10	16.115.000154.SER	Caixa de ligação PVC para eletroduto flexível, octogonal com anel deslizante 3 x 3"	unidade	8	7,50		0,00	7,50	60,00		0,00	60,00
10.11	16.121.000101.SER	Tomada universal dois polos 10 A - 250 V	unidade	11	5,79		0,00	5,79	63,69		0,00	63,69
10.12	16.121.000024.SER	Interruptor e tomada, uma tecla simples e uma tomada dois polos universal 10 A - 250 V	unidade	6	22,70		0,00		136,20		0,00	136,20
11		Serviços complementares										
11.1	32.105.000100.SER	Ligação de água a rede pública, cavalete de entrada	unidade	1	278,47		0,00	278,47	278,47		0,00	278,47
11.2	32.109.000200.SER	Limpeza geral da edificação - somente mão de obra	m <sup>2</sup>	57,6	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
										<b>TOTAL</b>	<b>118.118,83</b>	
										<b>PREÇO POR METRO</b>	<b>2.083,22</b>	

Fonte: Autoria própria (2021)

## **APÊNDICE C – MEMORIAL DE CÁLCULO VIABILIDADE ECONÔMICA**



Tabela C1 - Memorial De Cálculo Viabilidade Econômica

<b>VALORES ADOTADOS EM RELAÇÃO AO CUSTO DIRETO</b>	
AC	6%
CF	0%
L	10%
I	6,65%
<b>PARÂMETROS BDI</b>	
CD	119.765,09
AC	7.185,91
CF	0,00
L	0,10
I	1.197,65
IMP (%)	0,07
CUSTO	128.148,65
PV	153.747,63
BDI	28%

**Fonte:** Autoria própria (2021)

**ANEXO A - TABELA DE ENCARGOS SOCIAIS (FOLHA DE SALÁRIOS) -  
SEM DESONERAÇÃO**

Tabela A1 - Tabela de encargos sociais (folha de salários) - sem desoneração

<b>TABELA DE ENCARGOS SOCIAIS (FOLHA DE SALÁRIOS) - SEM DESONERAÇÃO</b>	
<b>Grupo I</b>	
INSS	20,00%
FGTS	8,00%
Salário Educação	2,50%
SESI	1,50%
SENAI	1,00%
SEBRAE	0,60%
INCRA	0,20%
Seguro Acidente	3,00%
SECONCI	1,00%
<b>Total Grupo I</b>	<b>37,80%</b>
<b>Grupo II - encargos com incidência do Grupo I</b>	
Repouso semanal remunerado	17,75%
Férias + bonificação de 1/3	14,79%
Feriados	4,07%
Auxílio enfermidade e faltas justificadas	1,85%
Acidente de trabalho	0,13%
Licença Paternidade	0,02%
13º Salário	11,09%
Adicional noturno	0,41%
<b>Total Grupo II</b>	<b>50,10%</b>
<b>Incidência do GRUPO I sobre o GRUPO II</b>	<b>18,94%</b>
<b>Grupo III</b>	
Aviso prévio	18,15%
Demissão sem justa causa	5,06%
Indenização adicional	1,44%
Incidência do GRUPO I no aviso prévio (sem FGTS e SECONCI)	5,23%
<b>Total Grupo III</b>	<b>29,87%</b>
<b>Grupo IV</b>	
EPI - Equipamentos de Proteção Individual	2,63%
Seguro de vida	0,69%
Vale transporte	5,47%
Vale compras	25,01%
Café da manhã	6,14%
<b>Total Grupo IV</b>	<b>39,94%</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>176,65%</b>

Fonte: SINDUSCONPR (2020)