

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO - UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO - CAU

MATHEUS ALMEIDA NOGUEIRA

PROJETO DE UMA CASA MODULAR EM LIGHTSTEEL FRAME: proposta de tiny house em São Luís do Maranhão

São Luís
2024

MATHEUS ALMEIDA NOGUEIRA

PROJETO DE UMA CASA MODULAR EM LIGHTSTEEL FRAME: proposta de tiny house em São Luís do Maranhão

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do grau de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Igor Monteiro

São Luís
2024

Nogueira, Matheus Almeida.

Projeto de uma casa modular em Lightsteel Frame: proposta de tiny house em São Luís./ Matheus Almeida Nogueira – São Luís, 2024.

42 f.: il.

Monografia (Graduação) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Igor Mendes Moneiro.

1. Projeto de Arquitetura. 2. Arquitetura Modular. 3. Tiny Houses. I.
Título.

CDU: 728:693.814(812.1)

Elaborada por Raimunda Aires - CRB 13/939

MATHEUS ALMEIDA NOGUEIRA

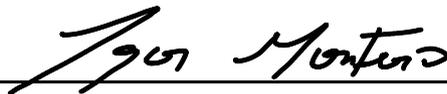
PROJETO DE UMA CASA MODULAR EM LIGHTSTEEL FRAME: proposta de tiny house em São Luís do Maranhão

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual do Maranhão como requisito para obtenção do grau de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Igor Monteiro

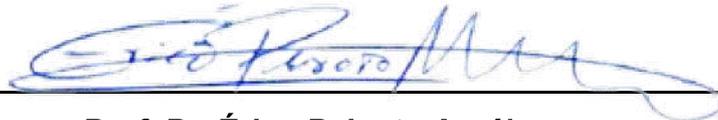
Aprovado em: / /

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Igor Mendes Monteiro (Orientador)

Doutor em Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dr. Érico Peixoto Araújo

Doutor em Urbanismo
Universidade Estadual do Maranhão



Profa. Me. Andreia Marques

Mestre em Cultura e Sociedade
Faculdade ISL Wyden

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe, Maria, por ser um exemplo a ser seguido, por ser sempre meu porto seguro, pela eterna paciência e dedicação, sem ela nada disso seria possível. E a minha irmã, Dida, por ser minha eterna companheira.

Agradeço aos amigos que fiz pelo caminho. Arthur, Lucas, Nagib, Laís, Gabriel, Glauber, Lorena, Leandro e em especial a Iula e Ananda. Amigos com os quais ri e chorei, compartilhei momentos inesquecíveis, me apoiaram e não me deixaram desistir, me ajudaram a manter a sanidade e sem eles, eu não estaria aqui.

Aos meus sobrinhos Alexandre e Daniel, que me fizeram olhar para o futuro.

A Michelle, por me ouvir sempre que preciso e me aproximar de Deus.

A Leonardo, Arthur e Jhow, por serem meus irmãos que a vida me deu.

*“Curse, bless me now with your fierce tears, I
pray.*

Do not go gentle into that good night.

Rage, rage against the dying of the light.”

Dylan Thomas

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar alternativas de habitação construída em módulos para um único habitante, com base no conceito das tiny houses. Busca-se elaborar projetos de habitação modular para uma pessoa, explorando diversas formas de construção, a fim de apresentar diferentes alternativas e investigar aquelas que se mostram mais viáveis em termos de execução e viabilidade econômica.

Essas habitações modulares são relevantes diante do fenômeno da "geração canguru", em que indivíduos permanecem vivendo com suas famílias após atingirem a idade adulta, devido a dificuldades em adquirir ou alugar um imóvel no início de suas trajetórias no mercado de trabalho. Além disso, há um crescente alarmante no número de pessoas em situação de rua, estimado em mais de 280 mil pessoas no Brasil em 2022, de acordo com o IPEA.

Outro fator importante a ser considerado é o adiamento da formação de uniões estáveis e o adiamento da maternidade/paternidade, que antes ocorriam em média aos 20 anos de idade e, atualmente, ocorrem por volta dos 30 anos. Isso resulta em um período da fase adulta em que o indivíduo está inserido no mercado de trabalho, deseja sair de casa, mas ainda não constituiu uma família ou encontrou um parceiro. Nesse sentido, a construção modular surge como uma forma interessante de atender às necessidades apresentadas, devido à rapidez e eficiência na construção utilizando módulos.

A metodologia adotada neste trabalho envolveu o estudo dos diferentes tipos de módulos disponíveis no mercado, assimilação desses dados, avaliação das vantagens e desvantagens de cada um dos métodos apresentados, e, em seguida, elaboração de um projeto aplicando esses diferentes módulos

Palavras-Chave: Projeto de Arquitetura; Arquitetura Modular; *Tiny Houses*.

ABSTRACT

This study's main goal is to propose housing alternatives designed as modular units for single occupants, based on the concept of tiny houses. The aim is to develop modular housing projects tailored to individuals by exploring various construction methods to present diverse options and identify those most viable in terms of implementation and economic feasibility.

These modular housing solutions are particularly relevant to the phenomenon known as "kangaroo generation", where individuals continue living with their families after reaching adulthood due to difficulties in purchasing or renting a home early in their professional careers. Furthermore, there is an alarming rise in homelessness, estimated at over 280,000 people in Brazil in 2022, according to IPEA.

Another important factor to consider is the postponement of forming stable unions and delaying parenthood, which previously occurred, on average, around the age of 20 and now takes place closer to 30. This trend results in a phase of adulthood during which individuals are active in the job market, wish to move out of their family homes, but have not yet started a family or formed a relationship. Modular construction emerges as a promising solution to address these needs, offering rapid and efficient construction using prefabricated modules.

This study methodology involved analyzing the different types of modules available in the market, synthesizing the collected data, assessing the advantages and disadvantages of each method, and subsequently developing a project that incorporates these diverse modular solutions.

Keywords: Architectural Design; Modular Architecture; Tiny Houses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - tiny house de Jay Shafer

Figura 2 - Fundação em radier

Figura 3 - estrutura de uma tiny house em steelframe.

Figura 4 - Vedação externa em OSB em estrutura de LSF

Figura 5 - *Tiny house* com sistema fotovoltaico.

Figura 6 - Vaso sanitário de compostagem.

Figura 7 - Exterior projeto Ararauna

Figura 8 - Interior Projeto Ararauna

Figura 9 - Exterior projeto Loft de Campo

Figura 10 - Fundação em radier

Figura 11 - Volumetria do projeto

Figura 12 - Fundação em radier

Figura 13 - Planta baixa

Figura 14 - Cobertura

Figura 15 - Corte AA

Figura 16 - Corte BB

Figura 17 - Fachada

Figura 18 - Lateral esquerda

Figura 19 - Fundo

Figura 20 - Lateral Direita

Figura 21 - Vista isométrica estrutura

Figura 22 - Fachada estrutura

Figura 23 - Lateral esquerda estrutura

Figura 24 - Fundo estrutura

Figura 25 - Lateral direita estrutura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Justificativa.....	9
1.2 Objetivos.....	10
1.2.1 Objetivo Geral.....	10
1.2.2 Objetivos Específicos.....	10
1.3 Metodologia.....	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1 Construção modular.....	10
2.2 Tiny Houses.....	13
2.2.1 O que é Tiny House.....	13
2.2.2 Sistema construtivo.....	15
2.3 Legislação.....	22
2.4 Referências Projetuais.....	22
2.4.1 Projeto Ararauna.....	22
2.4.2 Loft de Campo.....	24
3. PROJETO.....	26
3.1 Local.....	26
3.2 Plano de necessidades.....	27
3.3 Volumetria.....	27
3.4 Plantas.....	28
3.4.1 Planta Layout.....	28
3.4.2 Planta Baixa.....	29
3.4.3 Cobertura.....	29
3.4.4 Cortes.....	30
3.4.5 Vistas.....	31
3.4.6 Estrutural.....	34
4. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

A geração canguru se refere a pessoas de 25 a 34 anos que vivem com a família. De acordo com o IBGE, em 2000, 21% das pessoas nessa faixa etária com renda ainda moravam com os pais. Em 2015, esse número subiu para 25,3%, e espera-se que tenha aumentado devido à instabilidade financeira e à pandemia do COVID-19. Vários fatores contribuem para essa situação, como o alto custo de vida, a violência, o desemprego e a insegurança financeira.

Além disso, nos dias atuais, observa-se uma tendência de as pessoas demorarem mais para constituir uma união estável e ter filhos. Diversos fatores contribuem para essa mudança de comportamento, como a busca por estabilidade financeira, a realização profissional, a busca por autonomia e a priorização de projetos individuais antes de assumir compromissos familiares. Essa mudança tem impacto direto na dinâmica social e na estrutura familiar, refletindo-se na permanência de indivíduos na casa dos pais por um período mais longo e adiando o momento de formar uma família tradicional.

Durante a pandemia do COVID-19, o número de pessoas em situação de rua também aumentou significativamente. Segundo o Ipea, entre 2019 e 2022, houve um aumento de 32%, totalizando cerca de 281.472 pessoas nessa situação.

Diante desse cenário, a arquitetura modular surge como uma solução eficiente. Esse método construtivo baseia-se no uso de módulos pré-fabricados que podem ser combinados de diferentes maneiras para criar diversos tipos de edifícios. A rapidez e eficiência na construção são suas principais vantagens, uma vez que os módulos são produzidos em série, reduzindo o tempo e os custos de construção no local. A abordagem modular pode ser uma alternativa viável para lidar com a demanda de moradia para a geração canguru e para oferecer soluções habitacionais para pessoas em situação de rua.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Projetar uma tiny house em lightsteel frame elaborando um projeto modular a ser implantado em São Luís - MA

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver sobre tiny houses;
- Analisar o cenário da construção modular no Brasil;
- Investigar legislações pertinentes ao mercado local.

1.3 Metodologia

Para a elaboração deste trabalho foram adotados os procedimentos metodológicos de abordagem qualitativa de caráter exploratório.

Análise de referências projetuais: foi realizada uma análise de projetos semelhantes de arquitetura modular e tiny houses buscando maiores referências na elaboração do projeto.

Pesquisa bibliográfica: Também foi realizada uma coleta de dados através dos livros, artigos, teses e outros, que foram responsáveis pelo embasamento teórico sobre a arquitetura modular.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Construção modular

A construção modular é um método de construção que envolve a fabricação de unidades individuais ou módulos em uma fábrica ou ambiente controlado, que são posteriormente transportados para o local de construção e montados. Os elementos da construção modular podem ser classificados em: construção não-volumétricas ou bidimensionais/2D; unidades volumétricas ou tridimensionais/3D; híbrido, onde ocorre o uso dos dois elementos (WILSON, 2019).

Construção modular não-volumétrica ou bidimensional: Os elementos construtivos como: vigas, pilares, paredes, treliças e etc. são pré-fabricados.

Construção modular volumétrica ou tridimensional: unidades tridimensionais são pré-fabricadas fora do canteiro de obras e que formam uma edificação composta por este mesmo módulo ou um conjunto deles. Todo módulo deve ser elaborado visando seu transporte entre a fábrica e o local de implantação. Módulos normalmente são compostos por sistema estrutural, fechamentos, instalações complementares, revestimentos e esquadrias.

Construção modular híbrida: consiste na combinação dos dois elementos citados anteriormente. O processo de construção pode ser otimizado ao combinar as duas técnicas, aumentando a flexibilidade e produtividade de todo o processo construtivo. Partes mais complexas e menores se beneficiam da construção no ambiente controlado de uma fábrica, como banheiros e cozinhas, o restante pode aplicar módulos 2D, economizando assim no transporte.(BERTRAM, 2019)

Na década de 60, vários arquitetos desenvolveram propostas de habitações temporárias de pequena escala, utilizando novos materiais e conceitos que permitiam a montagem e desmontagem. Essas edificações foram chamadas de “*tiny houses*” (citadas anteriormente) e ainda hoje são valorizadas por promoverem um estilo de vida simples e minimalista, frequentemente associado a arquitetura modular tridimensional. No entanto, é importante não limitar a ideia de construção modular tridimensional apenas a essa associação com o movimento que preconiza a simplicidade das construções e das pequenas casas da década de 60. Embora sejam relevantes, não resumem as opções construtivas do método.

Além da classificação de seus módulos, a construção modular em si pode ser classificada em duas categorias, segundo o Instituto de Construção Modular (MBI):

Construção Modular Permanente (*Permanent Modular Construction* - PMC): Envolve a entrega de um único ou uma série de componentes que são instalados de forma permanente no local de implantação. Esses módulos podem ser integrados a estruturas pré-existentes ou formar uma edificação independente. A economia de tempo resultante e a capacidade de realizar múltiplas atividades simultaneamente permite aos investidores obter um retorno financeiro mais rápido, devido a construção mais ágil, e reduzir os custos relacionados ao deslocamento de equipes e incidentes associados ao canteiro de obras.

Edifícios Realocáveis (*Relocatable Building*): São estruturas que não são permanentes e mantêm sua mobilidade. Sua estrutura é pré-fabricada, construída em uma fábrica e pode incluir um chassi integrado com rodas, engates e eixos destacáveis. Este tipo de construção é particularmente característico das décadas de 50 e 60 na América do Norte, e remete a uma evolução dos trailers de viagem.

De um modo geral, usando a abordagem modular tridimensional, até 95% do edifício pode ser realizado fora do local de obra. O nível de acabamento vai depender de diversos fatores, como o tipo de construção, restrições locais, local do projeto e disponibilidade de mão de obra especializada para implantação. O grau em que os componentes de um edifício modular serão pré-fabricados, e o nível de finalização desses componentes, variará de acordo com o projeto específico. No entanto, o objetivo geral da construção modular é reduzir ao máximo o trabalho realizado no canteiro de obras. Quanto mais trabalho puder ser concluído fora do local, em um ambiente controlado de uma instalação fabril, maior será a eficiência alcançada e menor será o risco de danos relacionados ao clima e erros decorrentes da falta de coordenação.

Além disso, quanto menos trabalho for realizado no canteiro de obras e mais rápida for a conclusão da obra, menos será o impacto ambiental ao redor do local. Os efeitos colaterais das atividades prolongadas nos canteiros de obras, que muitas vezes duram por meses ou anos, podem gerar reclamações contra as empresas de construção, especialmente aquelas relacionadas ao ruído, à sujeira e ao congestionamento de tráfego. Esses problemas podem afetar negativamente o progresso de um empreendimento.

2.2 Tiny Houses

2.2.1 O que é *Tiny House*

O movimento das *tiny houses* surgiu nos EUA nos anos 90 e ganhou forças em 2008 após a grande crise financeira que atingiu o país, deixando vários desabrigados. A *tiny house* surge como uma alternativa para a redução de gastos, oferecendo controle financeiro e uma forma simplificada de levar a vida, além de redução do impacto ambiental (PÉS DESCALÇOS, 2024).

Alguns creditam a primeira *tiny house* ao americano Jay Shafer. Shafer relata que, insatisfeito com o conforto oferecido pelo trailer em que morava na época, concebeu a ideia de uma moradia com apenas aquilo que era necessário, em sua visão. Apesar de ser construída sobre um chassi, a *tiny house* foi elaborada de forma a apresentar tanto a estética quanto a funcionalidade de uma casa tradicional, apesar da área construída de somente 9 m² (PÉS DESCALÇOS, 2024).

Figura 1 - tiny house de Jay Shafer



Fonte: Internet

A *tiny house* se caracteriza como uma micro-habitação de, no máximo, 40 m². Com uma área média de aproximadamente 17 m², a *tiny house* apresenta uma redução de mais de 10x em relação ao tamanho médio de uma moradia norte-americana (MITCHELL, 2013). É uma modalidade habitacional que surge como alternativa minimalista. Apesar de sua aparência externa compacta, é cuidadosamente planejada e construída de forma a maximizar a praticidade da mesma, sem comprometer o conforto que deve ser oferecido por um lar. Buscando a otimização de seu espaço limitado, os ambientes são concebidos de forma integrada e os móveis são multifuncionais. Um sofá, por exemplo, pode se tornar uma cama ou uma mesa pode ser recolhida após as refeições (MARADEI, 2017).

As *tiny houses* acabam tendo um impacto ambiental positivo. Seu espaço reduzido economiza em recursos materiais e gera um menor consumo de água e energia. No sistema de esgotamento, o banheiro é o ambiente que passou por mudanças significativas em sua adaptação para um sistema fora da rede de abastecimento de água (*off-grid*). Uma abordagem amplamente adotada pelos construtores devido a sua eficiência é a do vaso sanitário de compostagem, que dispensa o uso convencional de água para descarga e possibilita o retorno dos resíduos ao meio-ambiente em forma de adubo (MARADEI, 2017).

Possuir a casa própria demanda um poder aquisitivo que frequentemente foge a realidade média da população de diversos países, onde muitos não têm condições ou se sentem confortáveis com a ideia de passar anos pagando um financiamento imobiliário. O sucesso das *tiny houses* no exterior pode ser atribuído em grande parte à redução dos seus custos tanto de construção quanto de habitação (PÉS DESCALÇOS, 2024).

As *tiny houses* já são populares no exterior, porém, ainda enfrentam a barreira do alto custo de construção no Brasil. Ainda assim, as vantagens se mantêm, o espaço reduzido implica na redução das contas básicas de água, energia e até mesmo mercado, além de desestimular hábitos consumistas com o acúmulo de objetos naturalmente devido ao espaço limitado (MARADEI, 2017).

2.2.2 Sistema construtivo

Em uma *tiny house* móvel, são empregadas metodologias de construção à seco: *lightsteel frame*, *wood frame* ou uma combinação de ambos. Ambas as tecnologias são populares na América do Norte e na Europa em toda forma de construção, embora ainda não sejam tão difundidas em território brasileiro pela falta de mão de obra especializada, preconceito em relação à durabilidade do material e legislação vaga (PÉS DESCALÇOS, 2024).

O *lightsteel frame* (LSF) assim como o *wood frame* partem de um mesmo princípio: a construção de uma estrutura realizada com pequenos perfis que formam painéis autoportantes e os demais componentes estruturais (os “*frames*”). Esses métodos construtivos permitem que os esforços exercidos na estrutura sejam

uniformemente distribuídos pelo *frame*. Para vedação, são utilizadas placas de madeira conhecidas como OSB (*oriented strand board*) (VASQUES; PIZZO, 2014]).

Uma das vantagens distintivas do *lightsteel frame* (LSF) reside na sua característica estrutural leve, resultando em cargas reduzidas transmitidas à fundação. Devido a essa propriedade, as fundações mais adequadas para sua implementação são o radier e a sapata corrida. No caso do radier, que é a opção de fundação mais prevalente, a instalação dos sistemas hidráulicos e elétricos inicia-se antes da concretagem e continua posteriormente, após a fixação dos perfis no concreto.

Após a conclusão da fundação, é essencial proceder com a locação do esqueleto da estrutura de acordo com o projeto e estabelecer a ancoragem apropriada entre os perfis de aço e a fundação. Esse procedimento é crucial para assegurar a estabilidade do conjunto estrutural. Uma abordagem eficaz para realizar essa ancoragem é por meio do uso de chumbadores mecânicos expansivos, frequentemente designados como parabolts (CASTRO, 2005).

Figura 2 - Fundação em radier



Fonte: <https://www.escolaengenharia.com.br/radier/>

O assoalho desempenha a função de selar o piso da casa e proporcionar isolamento aos componentes nele instalados, como caixas de água tratada e servida. Isso permite com que a *tiny house* possa ser implantada em qualquer clima sem que ocorra o congelamento do sistema hidrossanitário da mesma. Outra característica relevante é o seu peso, pois o efeito de pêndulo deve ser minimizado durante a concepção do projeto, portanto, o assoalho deve ser espesso de forma a puxar o centro de gravidade da estrutura para baixo (PÉS DESCALÇOS, 2024).

O sistema construtivo escolhido (*wood frame* ou LSF) é aplicado nas paredes externas e divisórias horizontais. as divisórias internas são feitas em drywall, que apresenta perfis mais finos e de menor resistência, tendo seu uso recomendado apenas para a separação de ambientes internos. O telhado se utiliza das mesmas estruturas do restante da casa, diferindo somente em seu revestimento externo que apresenta telhas (PÉS DESCALÇOS, 2024).

Figura 3 - estrutura de uma tiny house em steelframe.



Fonte: Internet

A vedação externa das *tiny houses* é realizada utilizando placas e OSB, constituídas por tiras de madeira de reflorestamento que são dispostas em uma mesma direção, prensadas e coladas com resina sob altas temperaturas. As placas são estáveis e resistentes a impactos e umidade, mas não são à prova d'água. Não requerem camadas espessas de regulação mesmo com seu aspecto rugoso. Uma manta de polietileno é aplicada diretamente sobre as placas de OSB, assim impermeabilizando-as ao mesmo tempo que permite que a estrutura “respire” (PÉS DESCALÇOS, 2024).

Figura 4 - Vedação externa em OSB em estrutura de LSF



Fonte: Internet

O material recomendado para a vedação interna é o compensado. Nos ambientes com maior umidade, como o banheiro, o uso de compensado naval é recomendado, enquanto nos ambientes restantes se utilizam do compensado tradicional. Quando a cozinha e a área de serviço estão integradas ao espaço social da casa, não se faz necessário o uso de compensado naval devido à maior

circulação de ar que ajuda a evitar o acúmulo de umidade (PÉS DESCALÇOS, 2024). O compensado é composto por camadas sobrepostas de placas finas de madeira, unidas com resina, conferindo-lhe elasticidade e resistência. No caso do compensado naval, uma cola à prova d'água à base de fenol e formol é adicionada para reforçar sua resistência à umidade (MATTOS, 2018).

Para assegurar um isolamento termoacústico eficiente no piso, paredes, divisórias e teto das *tiny houses*, é recomendado o uso de lã de PET. Esse material é constituído por fibras de poliéster, sem presença de resinas. Além de proporcionar isolamento térmico e acústico, a lã de PET também contribui para a proteção contra vibrações nos sistemas elétrico e hidrossanitário incorporados. A condutividade térmica do isolante, medida em $W/(m.K)$ é baixa, com valores entre 0,026 a 0,050, próximas ao valor do ar (PORTAL ACÚSTICA, 2019).

O sistema elétrico segue o mesmo princípio adotado em uma residência urbana padrão, isso inclui a presença de um quadro de medição e distribuição, disjuntores, circuitos terminais montados com eletrodutos flexíveis e cabos elétricos de cobre isolados. Interruptores e tomadas conforme o necessário dentro das normas aplicáveis, este sistema pode ser diretamente ligado à rede de distribuição local (PÉS DESCALÇOS, 2024).

Uma opção bastante viável, visando garantir autonomia energética, é a adoção de um sistema fotovoltaico. Esse sistema se baseia na captação de luz solar por meio de painéis solares, que convertem a energia solar em eletricidade por meio do efeito fotovoltaico. Esta eletricidade é convertida de corrente contínua para corrente alternada por um inversor solar e distribuída para alimentar os dispositivos elétricos do sistema. (PORTAL SOLAR, 2024).

No contexto das *tiny houses*, o sistema fotovoltaico pode ser do tipo isolado/autônomo ou misto. No sistema isolado, também conhecido como *off-grid*, a eletricidade gerada é armazenada em baterias. Já no sistema misto, as baterias podem ser carregadas quando conectadas a rede elétrica, ou o excedente gerado pelo sistema de painéis solares pode ser transferido para a rede (PORTAL SOLAR, 2024).

Figura 5 - *Tiny house* com sistema fotovoltaico.



Fonte: Internet

A bomba desempenha um papel fundamental no sistema de água de uma tiny house, assegurando o fluxo adequado de água tratada quando qualquer ponto de água é aberto. Já o acumulador de pressão tem a importante função de prevenir que movimentos indesejados da água acionem a bomba, especialmente em situações como vazamentos em determinados pontos ou durante deslocamento da estrutura em uma viagem (PÉS DESCALÇOS, 2024).

O PEX se destaca como um material amplamente utilizado devido a sua flexibilidade, o que facilita a sua instalação e reduz a necessidade de conexões. Fabricado em polietileno reticulado, o PEX é altamente resistente a altas pressões e temperaturas, tornando-o adequado para uso em sistemas de água quente e gás. Para garantir a estanqueidade das conexões, são empregadas peças com quatro anéis metálicos. O sistema de esgotamento sanitário ainda é realizado com PVC devido a ausência de mangueiras PEX maiores que 32mm (CALLERA; ANDRADE, 2017).

O vaso sanitário de compostagem, também conhecido como vaso seco, é uma característica distintiva das *tiny houses* devido a sua operação sem a necessidade de água para descarga. Nele, os resíduos são separados em dois compartimentos: os sólidos, na parte posterior, e os líquidos, na parte frontal. Para auxiliar na compostagem e na redução de odores, é adicionado um material como pó de serra no compartimento dos sólidos. Além de não usar água, este tipo de vaso elimina a necessidade da caixa de detritos comumente encontrada em sistemas *off-grid*, já que ambos os tipos de resíduo podem ser devolvidos à natureza como adubo (PÉS DESCALÇOS, 2024).

Devido a ausência de resíduos para serem eliminados, uma *tiny house* sobre rodas requer apenas uma caixa de água servida. Nesta caixa, são coletados os esgotos provenientes das pias da cozinha e do banheiro, bem como dos ralos e do dreno da máquina de lavar roupas. Devido a natureza menos agressiva desse esgoto para o meio ambiente, o conteúdo da caixa pode ser descartado em áreas de infiltração do solo, uma prática ambientalmente amigável (PÉS DESCALÇOS, 2024).

Figura 6 - Vaso sanitário de compostagem.



Fonte: Internet

É recomendado o uso de esquadrias PVC no projeto de *tiny houses*. O PVC, material derivado do polivinil, é conhecido por sua robustez e resistência a impactos, tornando-o ideal para lidar com as trepidações frequentes durante o transporte das casas sobre rodas. Além disso, as esquadrias de PVC oferecem excelente isolamento termoacústico, graças às suas camadas duplas ou triplas de vidro, e proporcionam uma sensação de segurança contra tentativas de arrombamento. Nas *tiny houses*, as janelas desempenham um papel crucial, não apenas fornecendo iluminação e ventilação natural, mas também criando uma ligação visual com o ambiente externo (PÉS DESCALÇOS, 2024).

2.3 Legislação

A lei de zoneamento do município de São Luís publicada em 2015 estabelece no artigo 116 um afastamento lateral principal, secundário e de fundo padrão de 2,00m, sendo assim, dado as dimensões de 3 x 7m do projeto, um terreno de 7 x 9m se faz necessário para a instalação mínima do projeto, desconsiderando o afastamento frontal, que é variável dependendo da zona. Caso seja possível colar uma das laterais ao limite do terreno, o projeto poderá ser implantado dentro de todas as exigências legislativas de todas as zonas apresentadas no zoneamento municipal de São Luís, se enquadrando no regulamento da ZEIS1 (Zona Especial de Interesse Social 1) com 5m de testada. (São Luís (MA), 2015)

2.4 Referências Projetuais

2.4.1 Projeto Ararauna

Por ainda ser um movimento recente, até o presente momento é difícil obter dados precisos sobre o quanto é investido para erguer uma *tiny house* no Brasil. Uma das poucas fábricas nacionais, a *Tiny Houses Brasil*, estima um custo inicial de 90 mil reais para uma casa sobre rodas para duas pessoas.

A primeira *tiny house* sobre rodas construída e autorizada no Brasil foi a Ararauna em 2019. Ela tem 27 m² em área construída, divididos em sala de TV/Jantar, cozinha e banheiro conjugado com área de serviço. O projeto tem também um loft com 2 quartos com capacidade para até 5 pessoas. Segundo os proprietários, o investimento foi de cerca de 180 mil reais (FADEL, 2020).

Figura 7 - Exterior projeto Ararauna



Fonte: Internet

Figura 8 - Interior Projeto Ararauna



Fonte: Internet

2.4.2 Loft de Campo

O projeto loft de campo foi realizado pelo escritório As Ferreiras Arquitetura em Recife. O projeto é em um container marítimo de 40 pés, totalizando 30 m² de área construída. O contêiner é preparado por um tratamento anticorrosivo e depois é forrado por processo semelhante ao utilizado na construção de LSF, descrito anteriormente neste texto.

O espaço foi subdividido em quatro espaços dispostos linearmente: sala de estar com televisão, cozinha com mesa auxiliar, dormitório e banheiro. Essa disposição visa promover a integração entre os ambientes e garantir uma circulação confortável para o usuário, ao mesmo tempo que proporciona uma visão ampla do

espaço, seguindo o conceito de planta livre, o que é característico do design moderno.

A ampla abertura em PVC facilita a conexão entre o interior e o exterior, permitindo a entrada de luz natural, isolamento acústico e uma visão mais ampla do ambiente circundante, tornando-o ideal para implantação em áreas rurais ou campestres.

São utilizados elementos vazados em MDF, que fazem referência a colmeias de madeira ou muxarabis. Além de possuírem uma função decorativa, esses elementos visam proporcionar um conforto lumínico superior, suavizando a intensidade da luz. O loft foi todo revestido em madeira e recebeu uma iluminação que busca trazer aconchego e bem-estar (ARCHDAILY, 2020).

Figura 9 - Exterior projeto Loft de Campo



Fonte: Rogério Maranhão

Figura 10 - Fundação em radier



Fonte: Rogério Maranhão

3. PROJETO

3.1 Local

O projeto deve ocupar espaço diminuto possibilitando a reprodução do mesmo em terrenos com um mínimo de 21 m². Cada implantação individual exigiria avaliação do entorno e possíveis adaptações do projeto inicial, visando melhor aproveitamento da ventilação, insolação, terreno e especificidades do local.

3.2 Plano de necessidades

Sala de estar: Sofá/cama

- Quarto: Armário, cama, TV
- Cozinha: Pia, fogão, geladeira, armazenagem
- Jantar: Bancada e bancos
- Banheiro: Lavatório, bacia sanitária, ducha

O projeto irá condensar a maior parte das áreas, minimizando o número de ambientes, visando economia e aproveitamento de espaço do mesmo.

3.3 Volumetria

Figura 11 - Volumetria do projeto



Fonte: Acervo pessoal

A volumetria do projeto busca referenciar uma tipologia de porta e janela simples, com uma área de varanda frontal e um pergolado. Devido ao objetivo do projeto de ser implantado em locais variados, optou-se pela redução de esquadrias, visando respeitar a legislação aplicada ao local de implantação. Pela pouca

quantidade de esquadrias, a esquadria frontal principal apresenta uma dimensão de 150x150 cm, buscando aproveitar ao máximo a iluminação e ventilação natural que, devido a natureza do projeto, acabam sendo limitadas.

3.4 Plantas

3.4.1 Planta Layout

Figura 12 - Fundação em radier

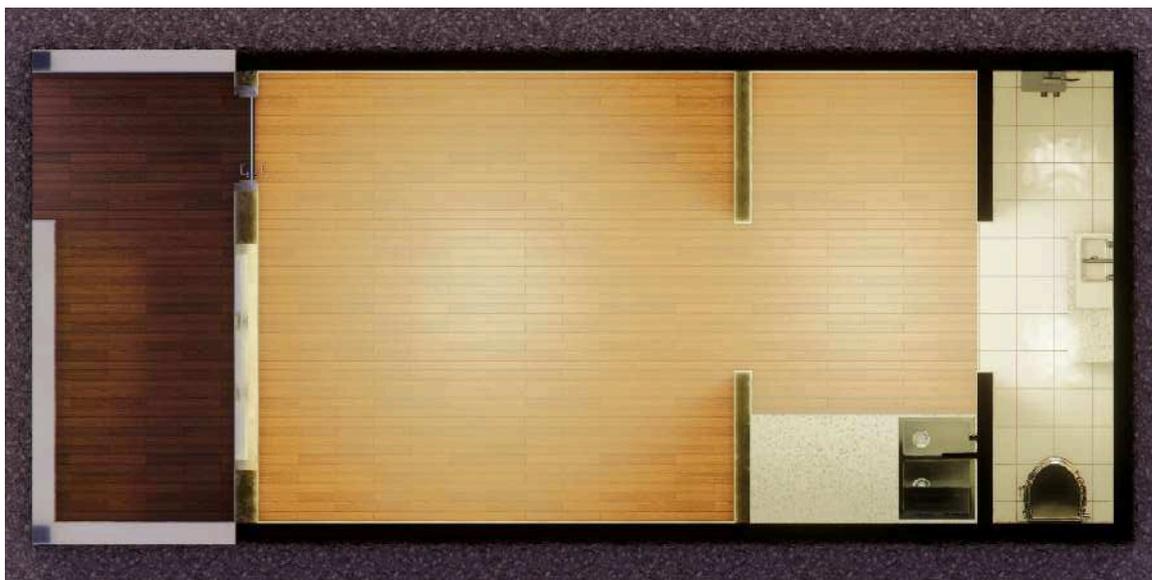


Fonte: Acervo pessoal

O mobiliário busca ser prático e multifuncional. No cômodo principal, que tem função de sala de estar, jantar, quarto e escritório, é possível ver o sofá que pode ser convertido em uma cama de casal, logo à frente, há uma bancada com mobiliário que proporciona uma área para trabalho e alimentação. Ao lado temos a cozinha com um frigobar e um cooktop, armário para armazenamento, máquina de lavar e guarda-roupa no fundo, o banheiro com lavabo, box à esquerda e sanitário de compostagem a direita.

3.4.2 Planta Baixa

Figura 13 - Planta baixa



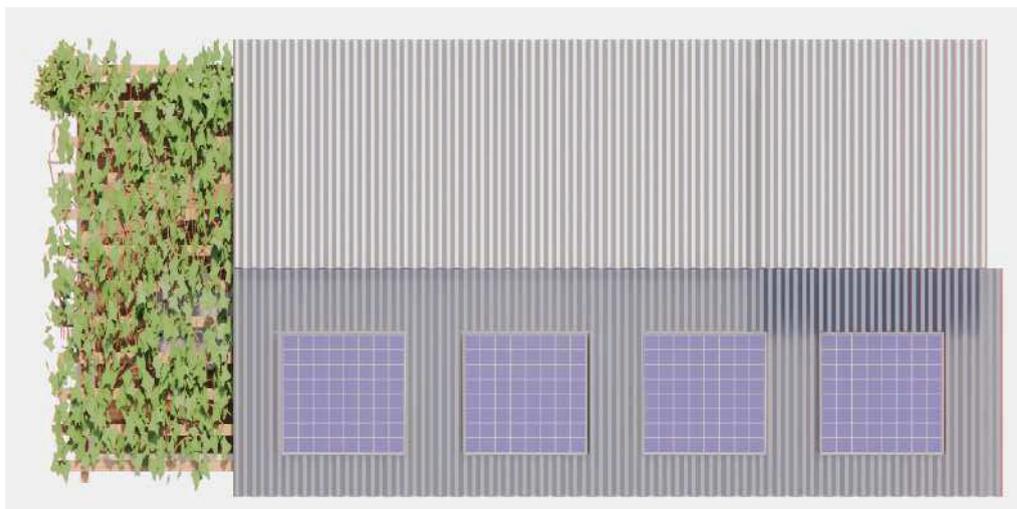
Fonte: Acervo pessoal

Na planta baixa podemos visualizar a divisão de ambientes com clareza. Cerca de 50% do espaço final do projeto é dedicado ao cômodo principal, o restante distribuído entre banheiro, cozinha, lavanderia e varanda.

3.4.3 Cobertura

Na cobertura é possível visualizar as placas solares que vão fornecer a energia elétrica ao sistema que alimentará a casa. o telhado de fibrocimento apresenta 3 águas visando economia e menor manutenção por parte do morador. O pergolado fornece sombra para a área da varanda.

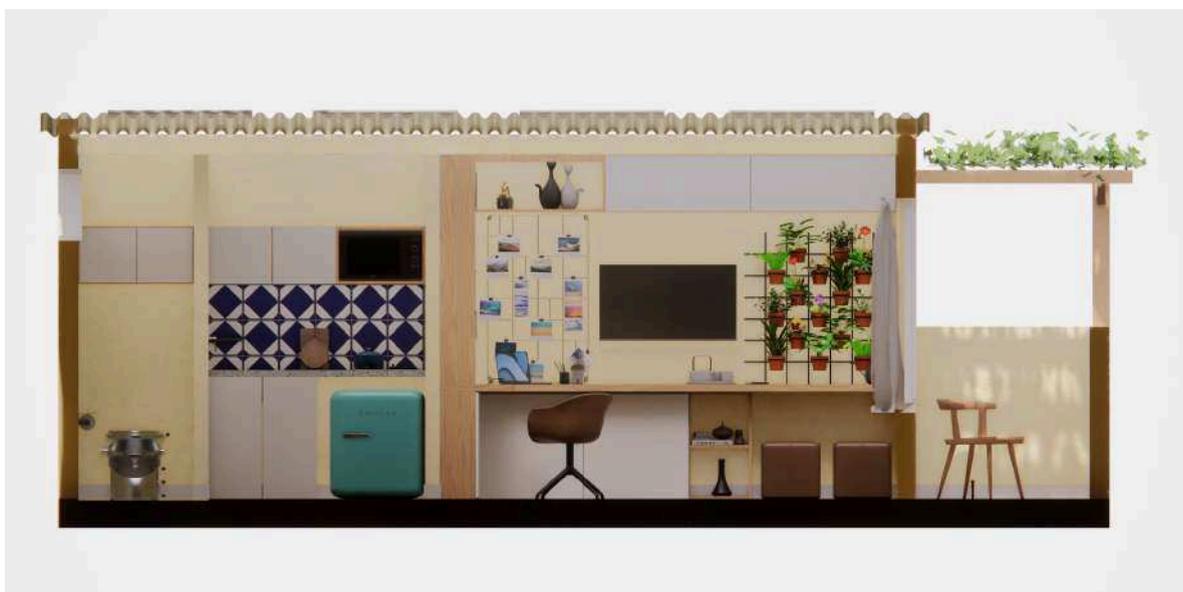
Figura 14 - Cobertura



Fonte: Acervo pessoal

3.4.4 Cortes

Figura 15 - Corte AA



Fonte: Acervo pessoal

Figura 16 - Corte BB

Fonte: Acervo pessoal

Nos cortes é possível visualizar com maior clareza a divisão de ambientes e como o projeto busca utilizar ao máximo seu espaço vertical e horizontal ao conceber o mobiliário.

3.4.5 Vistas

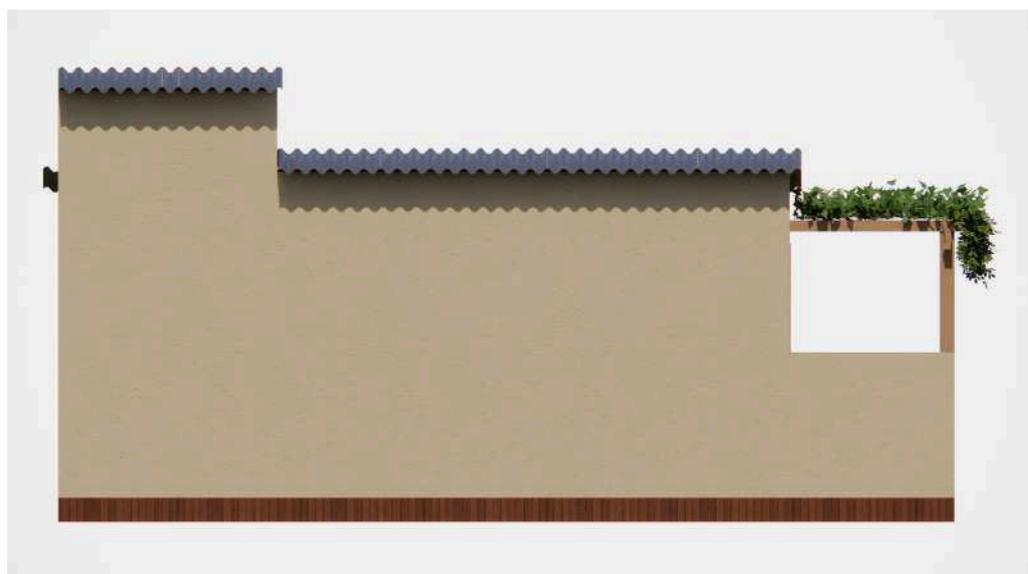
Nas vistas, podemos visualizar melhor a volumetria simples do projeto, com a varanda na área frontal, o corpo principal da estrutura, um volume na área superior para caixa d'água e as duas águas, demonstrando a simplicidade do projeto.

Figura 17 - Fachada



Fonte: Acervo pessoal

Figura 18 - Lateral esquerda



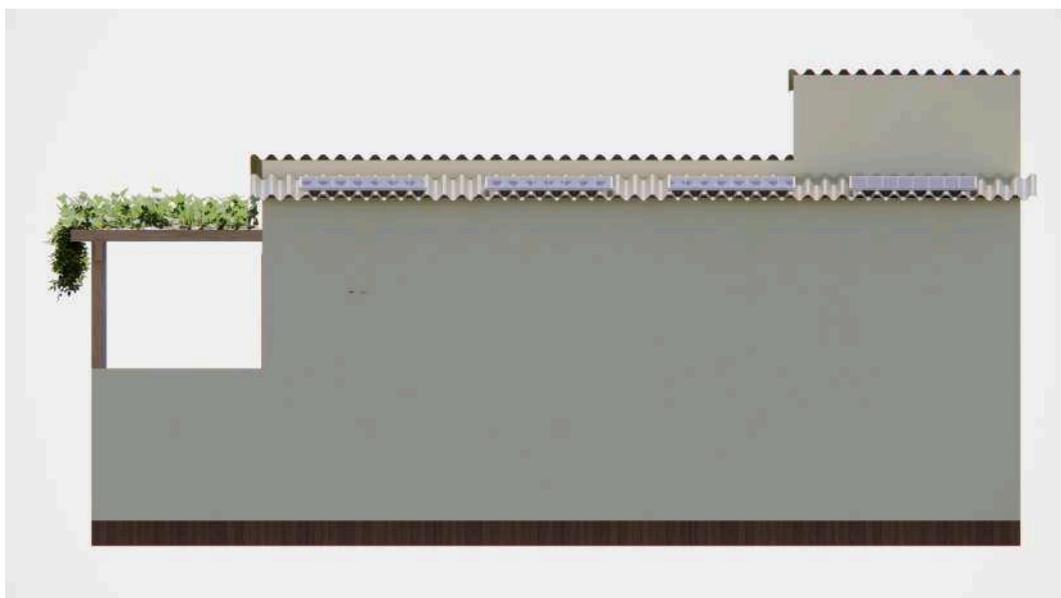
Fonte: Acervo pessoal

Figura 19 - Fundo



Fonte: Acervo pessoal

Figura 20 - Lateral Direita

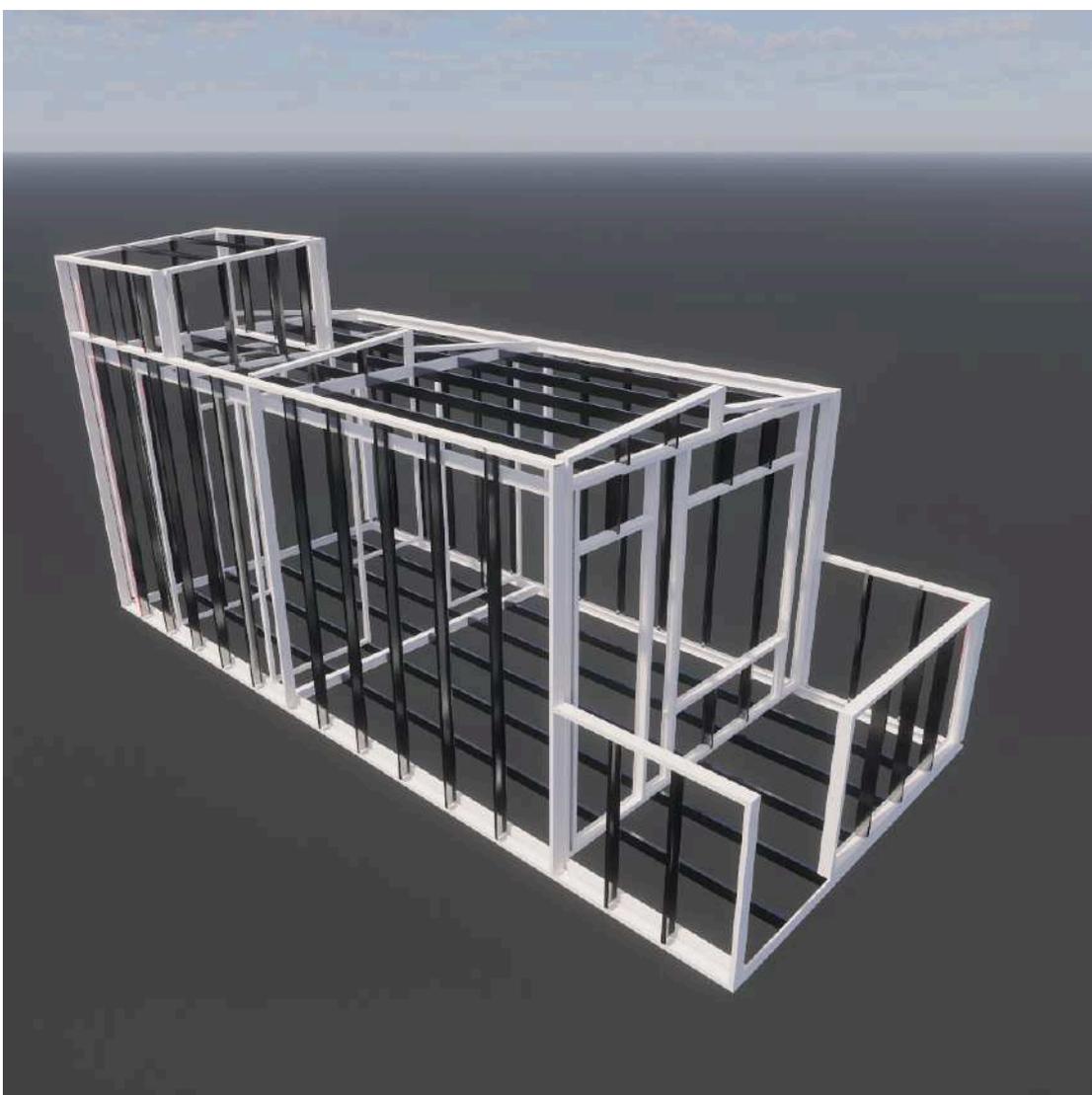


Fonte: Acervo pessoal

3.4.6 Estrutural

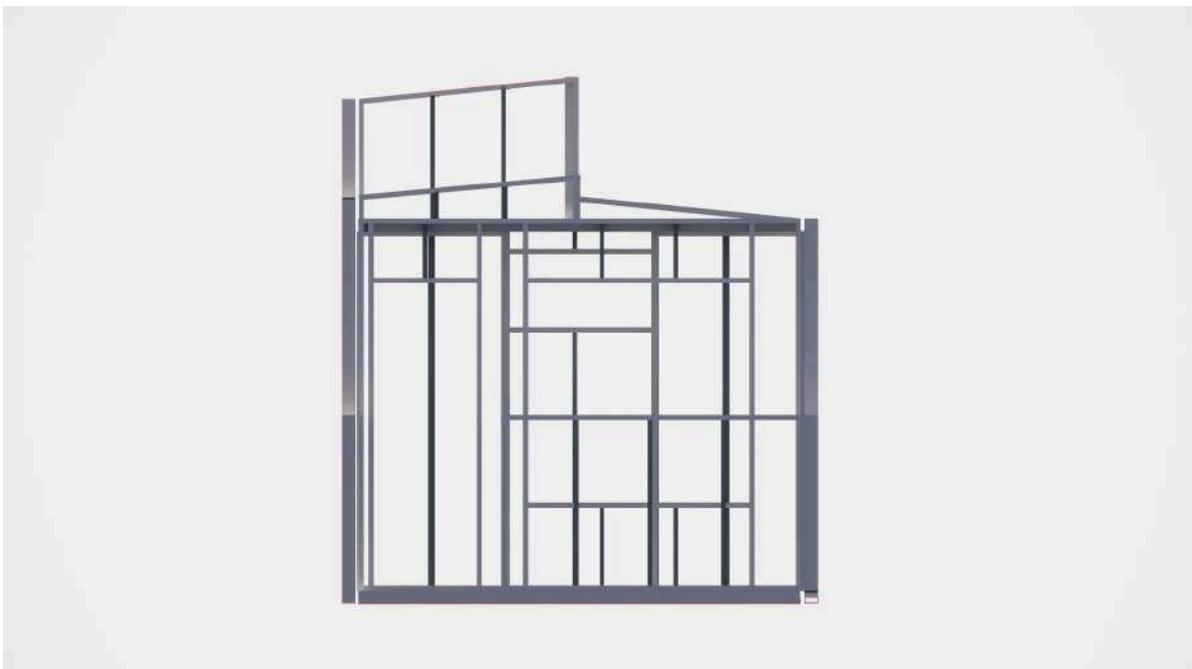
A estrutura em LSF do projeto é composta por dois tipos de perfis metálicos, o C90 que apresenta 90mm de espessura ocupa a parte interna, representado nas imagens a seguir pela cor cinza, as estruturas externas são compostas pelo perfil U93, que apresenta 93mm de espessura e é representado pela cor branca nas imagens. Além disso, nas divisórias internas temos drywall, também com perfis metálicos porém mais frágeis, apresentando uma espessura final de 10 cm.

Figura 21 - Vista isométrica estrutura



Fonte: Acervo pessoal

Figura 22 - Fachada estrutura



Fonte: Acervo pessoal

Figura 23 - Lateral esquerda estrutura



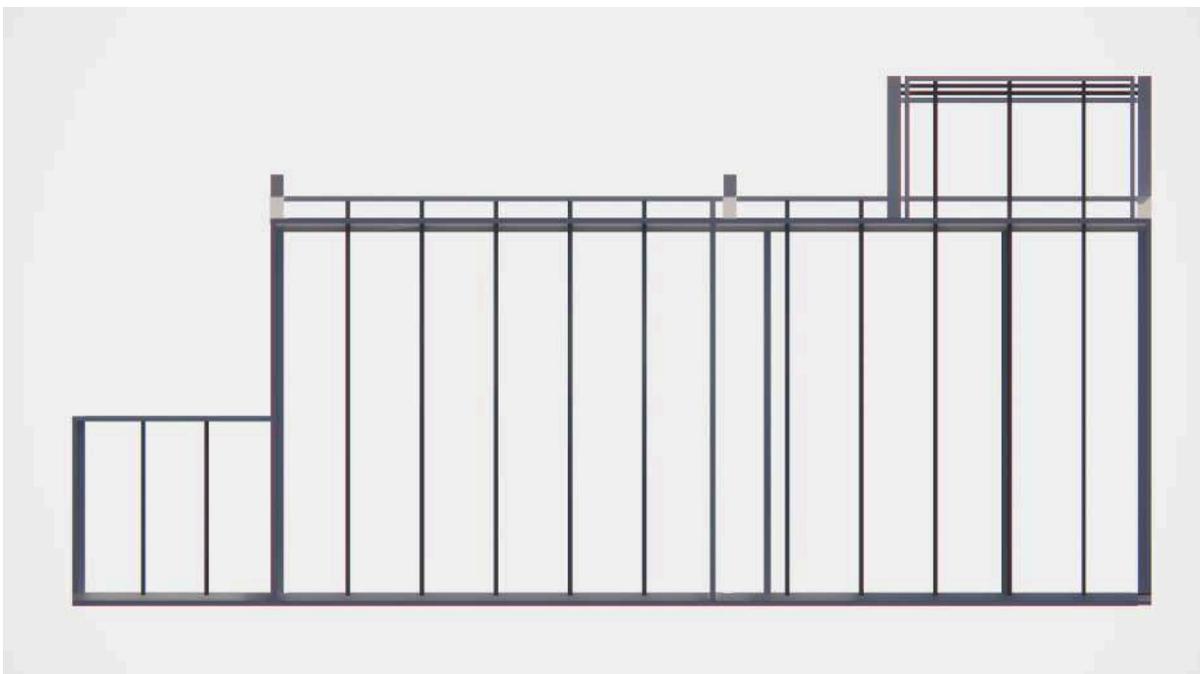
Fonte: Acervo pessoal

Figura 24 - Fundo estrutura



Fonte: Acervo pessoal

Figura 25 - Lateral direita estrutura



Fonte: Acervo pessoal

4. CONCLUSÃO

O projeto de *tiny house* em LSF ainda apresenta algumas dificuldades para ser implantado no Brasil. A falta de mão de obra especializada, o alto custo e a falta de confiança no material por parte do brasileiro ainda apresentam uma barreira ao sistema construtivo. Segundo estimativas da tabela CUB/m² em fevereiro de 2023, o menor preço de metro quadrado em alvenaria varia em torno de 1.912,23 R\$/m², totalizando R\$ 40.156,83 no projeto apresentado, em comparação, este mesmo projeto em LSF ficaria em torno de 3.000,00 R\$/m², totalizando um custo estimado de R\$ 63.000,00. Apesar do custo elevado, o menor tempo em que o projeto pode ser erguido, a diminuição de imprevistos, de desperdício em obra e menor necessidade de manutenção se mostram como fatores a favor do LSF em relação a alvenaria de tijolo tradicional, principalmente em cenários onde a velocidade se faz fundamental, como após desastres naturais ou situações onde existem muitos desabrigados, como a atual crise de refugiados na Europa.

REFERÊNCIAS

ADORNO, Igor Vicente; RIBEIRO, Patrick Moura. **ESTUDO DO SISTEMA CONTRUTIVO LIGHTSTEEL FRAME: Uma abordagem geral**. 2022. 55 f. :il TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Salvador, UNIFACS, 2022.

ARCHDAILY BRASIL."Loft de campo / As Ferreiras arquitetura" 28 Mai 2020. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/940569/loft-de-campo-as-ferreiras-arquitetura?ad_campaign=normal-tag . Acessado 3 Abr 2024.

BERTRAM, Nick; FUCHS, Steffen; MISCHKE, Jan; PALTER, Robert; STRUBE, Gernot; WOETZEL, Jonathan (org.). **Modular Construction: from projects to products**. McKinsey & Company: Capital Projects & Infrastructure, 2019. 32 p

CASTRO, Betina Guimarães dos Santos. **Utilização de estruturas metálicas em edificações residenciais unifamiliares**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005. 206p.

CALLERA, Cleverson Aislan; ANDRADE, Adriano. Conheça vantagens e desvantagens dos tubos PEX e acerte na escolha. 2017. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/conheca-vantagens-e-desvantagens-dos-tubos-pex-e-acerte-na-escolha/16453>. Acesso em: 03 Abr. 2024.

FADEL, Fernanda. **NOSSA VIDA EM UMA MINICASA**: a história da família que trocou tudo para morar na primeira tiny house do brasil, com 27 m². Disponível em: <https://www.uol.com.br/nossa/reportagens-especiais/conheca-a-historia-da-familia-brasileira-que-vive-em-uma-minicasa-de-27m/>. Acesso em: 03 Abr. 2024.

WILSON, James. Design for **Modular Construction**: an introduction for architects. Modular Advantage Magazine. American Institute of Architects, National institute of building sciences, 2019, 41

LIMA, Daniel Oliveira de. **NOVOS ESTILOS DE MORADIA: O CUSTO-BENEFÍCIO NA CONSTRUÇÃO DE UMA TINY HOUSE SOBRE RODAS NO NORDESTE BRASILEIRO**. 2021. 55 f. :il TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021.

MITCHELL, Ryan. **Tiny House Infographic**. 2013. Disponível em: <https://thetinylife.com/tiny-house-infographic/>. Acesso em: 03 Abr. 2024.

MARADEI, Giovanna. **Tiny house: o que é e porque você vai querer viver em uma**. 2017. Disponível em:

<https://casavogue.globo.com/arquitetura/noticia/2017/07/tiny-house-o-que-e-e-porqu-e-voce-vai-querer-viver-em-uma.ghtml>. Acesso em: 03 Abr. 2024.

MATTOS, Ana. **Móveis em compensado na decoração: versátil, ecologicamente correto e com bom preço, o compensado pode (e deve) ser seu melhor amigo na hora de decorar**. 2018. Disponível em:

<https://www.westwing.com.br/guiar/compensado/> . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como construir MINI CASA sobre rodas em Steel Frame | O Passo a passo da 1a Tiny House móvel - Ep. 3**. 2018c. (18m40s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=kmrQb2OUW-k&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=3 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como fazer um projeto elétrico de Tiny House! Quais normas consideramos**. 2019c. (19m43s). Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=X5v5t2di5rI&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=8 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como construir Tiny House no Brasil - Parte 1 - A importância do Assoalho | Pés Descalços**. 2018b. (14m33s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=h3WFn9nhKWs&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=1 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como fazer o isolamento térmico de uma Tiny House - Tipos de isolamentos Térmicos**. [20--]. (18m53s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ApR2luadzuQ&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=12 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como construir Tiny House no Brasil - Parte 2 - Assoalho de Madeira e Isolamento térmico**. 2018d. (10m11s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=S4cKmxz6yro&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=2 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como construir Tiny House no Brasil - Parte 6 - Home Wrap - Como proteger a parede da chuva.** 2018c. (13m9s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=q0TgZYc2uu8&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=6 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como construir uma Tiny House no Brasil - Parte 9 - A importância das Esquadrias - Janelas de PVC.** 2019d. (14m17s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=4a0tsUny_EI&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=10 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como funciona a Privada Seca de uma Tiny House? Vantagens da Privada Composteira.** 2019a. (23m9s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iP0E3E6aGvo> . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como funciona Hidráulica da Tiny House no Brasil? Mini Casa Ongrid ou Off-Grid ? Mangueiras Pex.** 2018e. (11m10s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=JyWp_w8Rd3Q&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=9 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Como legalizar Tiny House no Brasil ? CAT e CCT | Homologar com VIP Engenharia | Denatran e INMETRO.** 2019b. (9m8s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=bsVFamj9AQc> . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Conheçam o primeiro Trailer de Tiny House do Brasil - Chassis de reboque da mini casa Brasileira.** 2018a. (8m32s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=6CWAidqoa_g . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. **Construção da Tiny House no Brasil - Parte 12 - Acabamento interno da mini casa Brasileira.** 2020a. (14m29s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=k7v01tLQocl&list=PLT2Jskdmlr_6KDJEVnXe1ZIOwckVezJf4&index=13 . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PÉS DESCALÇOS. FOTOS. [20--]. Disponível em: <https://pesdescalcos.com.br/tiny-houses-no-brasil/> . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PORTAL ACÚSTICA. **Lã de PET: o que é? como usar?**. 2019. Disponível em: <https://portalacustica.info/la-de-pet-o-que-e-como-usar/> . Acesso em: 03 Abr. 2024.

PORTAL SOLAR. **Como Funciona a Energia Solar**. [20--]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/como-funciona-energia-solar.html#ancora1.2> . Acesso em: 03 Abr. 2024.

SÃO LUÍS, NORMAS PARA O ZONEAMENTO, PARCELAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS (2015) - Capítulo I a X

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. **COMPARATIVO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS, CONVENCIONAL E WOOD FRAME EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**. [20--]. Disponível em: <https://docplayer.com.br/28941423-Comparativo-de-sistemas-construtivos-convencional-e-wood-frame-em-residencias-unifamiliares.html>. Acesso em: 03 Abr. 2024.