



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL



DAVI FERREIRA SILVA DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA E RECOMENDAÇÕES PARA
UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS SIP EM RESIDÊNCIAS DE ALTO
PADRÃO**

MACEIÓ-AL
2023

DAVI FERREIRA SILVA DE LIMA

**ANÁLISE COMPARATIVA E RECOMENDAÇÕES PARA
UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS SIP EM RESIDÊNCIAS DE ALTO
PADRÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para o Curso de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Alagoas como forma de
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof.º Dr.º Eduardo Setton Sampaio da Silveira

MACEIÓ-AL
2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Lívia Silva dos Santos - CRB 1670

L732a Lima, Davi Ferreira Silva de.

Análise comparativa e recomendações para utilização de painéis SIP em residências de alto padrão / Davi Ferreira Silva de Lima. – 2023.
42 f.:il. color.

Orientador: Eduardo Setton Sampaio da Silveira.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de tecnologia. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 39-42

1. Painéis SIP – engenharia Civil. 2. Análise SWOT. 3. Residência – Alto padrão – Construção civil. I. Título.

CDU: 624.01

Folha de Aprovação

AUTOR: DAVI FERREIRA SILVA DE LIMA

ANÁLISE COMPARATIVA E RECOMENDAÇÕES PARA UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS SIP EM RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para o Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas como forma de obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Documento assinado digitalmente
 **EDUARDO SETTON SAMPAIO DA SILVEIRA**
Data: 25/01/2024 19:31:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eduardo Setton Sampaio da Silveira

Documento assinado digitalmente
 **VALMIR DE ALBUQUERQUE PEDROSA**
Data: 26/01/2024 13:50:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Valmir de Albuquerque Pedrosa

Documento assinado digitalmente
 **ALEXANDRE LIMA MARQUES DA SILVA**
Data: 26/01/2024 17:14:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre Lima Marques da Silva

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, que me deu a vida, a saúde e a oportunidade de realizar este sonho.

Agradeço à minha família, em especial à minha avó Adjna e à minha mãe Mônica, que sempre me apoiaram e incentivaram na busca por educação. Sem o apoio de vocês, nada disso seria possível.

Agradeço à minha noiva Anne Caroline, que me acompanhou em grande parte deste ciclo, ao seu apoio e companhia.

Agradeço ao corpo docente do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas (CTEC-UFAL), em especial ao meu orientador, professor Eduardo Setton, que sempre abordou conhecimentos atuais e valiosos, os quais serão levados por mim durante minha jornada.

Agradeço também aos meus colegas de curso, que compartilharam comigo momentos importantes.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta etapa.

RESUMO

A indústria da construção civil, apesar de sua constante demanda, enfrenta desafios relacionados à desatualização das técnicas construtivas em termos de produtividade, padronização e uso eficiente de recursos. Diante desse cenário, há uma oportunidade significativa para a adoção de tecnologias mais eficientes, capazes de elevar os padrões de qualidade e eficiência. O emprego de Structural Insulated Panels (SIP), compostos por placas de fins estruturais e de vedação, emerge como uma alternativa que com potencial de benefícios substanciais, melhorando praticidade e otimizando os processos construtivos. Nesse contexto, este estudo propôs uma abordagem comparativa entre o método tradicional, que utiliza estrutura em concreto armado e alvenaria de blocos cerâmicos, e o método SIP. A análise foi conduzida por meio da metodologia SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), identificando as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças associadas a cada abordagem construtiva.

Os resultados desta análise SWOT revelaram claramente as vantagens e desvantagens competitivas do método SIP, destacando sua capacidade de acelerar processos construtivos, proporcionar maior padronização, reduzir o desperdício de recursos e melhorar a eficiência geral em comparação com as técnicas convencionais. Com base nessas conclusões, foi elaborada uma lista abrangente de recomendações destinadas a viabilizar a ampla adoção do método SIP em residências de alto padrão. Essas recomendações abordam questões cruciais, incluindo estratégias de marketing para sensibilizar os stakeholders da construção civil, investimentos em capacitação da mão de obra, parcerias estratégicas para redução de custos dos materiais SIP e a exploração de oportunidades decorrentes do aumento da demanda por residências de alta qualidade. Este estudo não apenas comparou o método SIP em relação às técnicas convencionais, mas também forneceu diretrizes práticas para superar os desafios e impulsionar a aceitação e implementação generalizada dessa tecnologia na construção de residências de alto padrão.

Palavras-chave: SIP. SWOT. Produtividade. Conforto.

ABSTRACT

The construction industry, despite its constant demand, faces challenges related to outdated construction techniques in terms of productivity, standardization and efficient use of resources. Given this scenario, there is a significant opportunity to adopt more efficient technologies, capable of raising quality and efficiency standards. The use of Structural Insulated Panels (SIP), composed of plates for structural and sealing purposes, emerges as an alternative with the potential for substantial benefits, improving practicality and optimizing construction processes. In this context, this study proposed a comparative approach between the traditional method, which uses a reinforced concrete structure and ceramic block masonry, and the SIP method. The analysis was conducted using the SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) methodology, identifying the strengths, weaknesses, opportunities and threats associated with each constructive approach.

The results of this SWOT analysis clearly revealed the competitive advantages and disadvantages of the SIP method, highlighting its ability to accelerate construction processes, provide greater standardization, reduce resource waste and improve overall efficiency compared to conventional techniques. Based on these findings, a comprehensive list of recommendations was developed to enable widespread adoption of the SIP method in high-end homes. These recommendations address crucial issues, including marketing strategies to raise awareness among construction stakeholders, investments in workforce training, strategic partnerships to reduce the cost of SIP materials, and the exploration of opportunities arising from increased demand for high-quality homes. . This study not only compared the SIP method against conventional techniques, but also provided practical guidelines to overcome the challenges and drive widespread acceptance and implementation of this technology in high-end residential construction.

Keywords: SIP. SWOT. Productivity. Comfort.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: CASA EM SIP.....	11
FIGURA 2: DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	12
FIGURA 3: CONFIGURAÇÃO DE UMA CHAPA SIP	13
FIGURA 4: INSTALAÇÃO DE PAREDES EM SIP.....	14
FIGURA 5: CHAPA DE OSB	15
FIGURA 6: CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA.....	16
FIGURA 7: PAINEL SIP COM PLACAS DE CONCRETO E EPS	16
FIGURA 8: PLACAS DE ESPUMA DE POLIURETANO.....	18
FIGURA 9: LOTE DE PAINÉIS SIP BULLTRADE.....	21
FIGURA 10: KIT CASA DKT.....	21
FIGURA 11: ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS	22
FIGURA 12: CONCRETAGEM DE LAJE DE CONCRETO ARMADO.	23
FIGURA 13: MATRIZ DE ANÁLISE SWOT	24
FIGURA 14: INDICADOR DE PRODUTIVIDADE.....	26

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: CARACTERIZAÇÃO DO PADRÃO DE RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES	25
QUADRO 2: MATRIZ SWOT DA UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS SIP EM RESIDÊNCIAS DE ALTO PADRÃO	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. JUSTIFICATIVA	11
1.2. OBJETIVOS	12
1.2.1. Objetivos gerais	12
1.2.2. Objetivos específicos	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 SIP	14
2.1.1 Materiais de pele	15
2.1.2 Materiais de núcleo	17
2.1.3 Instalação dos painéis	18
2.1.4 Durabilidade	19
2.1.5 Disponibilidade no mercado brasileiro	20
2.2 SISTEMA EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO	22
2.3 ANÁLISE SWOT	23
2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES	25
2.5 PRODUTIVIDADE NA CONTRUÇÃO CIVIL	26
2.6 CONFORTO DO USUÁRIO	27
2.6.1 Conforto térmico	27
2.6.1.1 Mecanismos de troca de calor	28
2.6.1.2 Condutividade térmica em camadas homogêneas	29
2.6.2 Conforto acústico	30
2.6.2.1 O som	30
2.6.2.2 Fenômenos de reflexão, refração e absorção do som	31
2.6.2.3 Isolamento acústico	32
2.6.2.4 Absorção acústica	32
3. METODOLOGIA	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1. FORÇAS X OPORTUNIDADES	34
4.2. FRAQUEZAS X OPORTUNIDADES	35
4.3. FORÇAS X AMEAÇAS	35
4.4. FORÇAS X AMEAÇAS	35
4.5. RECOMENDAÇÕES	36
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36

6. REFERÊNCIAS	39
-----------------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

No Brasil as técnicas construtivas mais empregadas possuem características artesanais, com baixa produtividade, uso elevado de recursos naturais e padronização muitas vezes insatisfatória em suas etapas, isto tem forte impacto nos valores de execução da obra, ocasionado pela falta de controle preciso e otimização dos processos referentes ao próprio método de realização das atividades. O desperdício de recurso não ocorre apenas na execução da obra, Segundo MESSEGER (1991), ele é originado de todos os processos desde o planejamento até o uso e manutenção, sendo assim possível que a redução de desperdícios ocorra em todas as etapas da construção, inclusive na escolha da técnica construtiva.

Mesmo com a indústria da construção civil carente de ampla modernização, temos uma crescente demanda por edificações. Segundo estudo realizado pela FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (2021), o déficit de habitações no Brasil, em 2019, atingiu a marca de 5,876 milhões de unidades. Como ferramenta para o contorno dos problemas apresentados acima, temos o uso de metodologias construtivas inovadoras, a elas podemos atribuir processos altamente padronizados, com reduções expressivas de perdas, melhorias em agilidade na execução e maior conformidade entre projeto e execução.

A técnica construtiva em painéis Painéis isolados estruturais (SIP) traz todos esses benefícios, de maneira que a torna bem atrativa para o uso residencial. É constituída usualmente por duas placas de alta resistência de *Oriented Strad Board* (OSB), em português: painel de tiras de madeira orientadas, e um núcleo com bom desempenho térmico e acústico em poliestireno expandido (EPS), existindo também variações no arranjo. Seu uso pode atender as diversas necessidades de projeto, suas peças possuem tanto a função de vedação, como também estrutural, podendo ter aplicação em edificações de múltiplos pavimentos. Assim, com o baixo tempo de execução, sua utilização pode trazer retornos qualitativos e quantitativos. Na figura 1 observamos uma residência de 2 pavimentos confeccionada em SIP.

Figura 1: Casa em SIP.

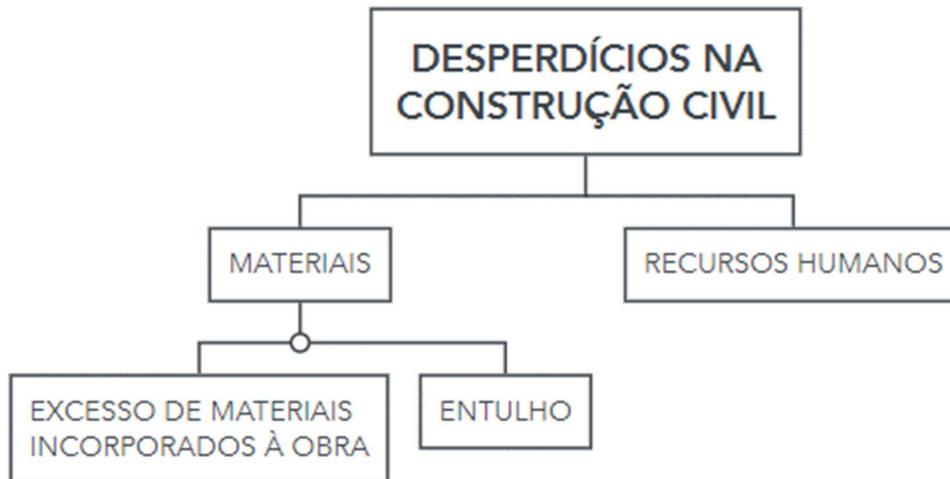


Fonte: Archdaily (2021)

1.1. JUSTIFICATIVA

As técnicas construtivas tradicionais no Brasil, predominantemente com a utilização de estruturas de concreto armado e vedação em alvenaria de blocos cerâmicos, refletem um processo manual de elaboração, onde a qualidade final é intrinsecamente vinculada à habilidade individual do executor. Essa abordagem, embora comum, apresenta desafios significativos em termos de eficiência, controle de qualidade e sustentabilidade. A transição para técnicas construtivas industrializadas, com foco principal na utilização de painéis Structural Insulated Panels (SIP), pode oferecer benefícios substanciais. Esta mudança pode ocorrer em resposta aos desafios contemporâneos enfrentados pela indústria da construção civil. Conforme indicado por FORMOSO (1996), os desperdícios na construção civil manifestam-se nos recursos humanos e nos materiais, resultando em entulhos gerados e materiais excedentes incorporados à obra, como mostra a figura 2.

Figura 2: Desperdícios na construção civil



Fonte: FORMOSO (1996), adaptado.

Compreendendo que a eficiência no processo de construção não se limita apenas à redução de custos, mas também engloba considerações fundamentais como conforto térmico, acústico e sustentabilidade ambiental, o presente trabalho busca explorar a técnica construtiva de painéis SIP como uma alternativa para o cenário atual da construção civil, no setor de edificações residenciais de alto padrão. Esta análise comparativa propõe-se a identificar diferenças entre as abordagens construtivas, almejando uma compreensão aprofundada dos impactos em custos, eficiência, qualidade final e sustentabilidade.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivos gerais

O estudo consisti em uma análise comparativa entre a utilização de painéis Structural Insulated Panels (SIP) e o método convencional que emprega estrutura em concreto armado e alvenaria de blocos cerâmicos em residências de alto padrão. O objetivo foi avaliar a aplicação dos Painéis SIP, empregando uma análise SWOT como ferramenta estratégica. A comparação foi

conduzida em diversos aspectos, incluindo custos associados, tempo de execução, qualidade final, conforto do usuário e os impactos ambientais gerados por ambas as técnicas construtivas. A figura 3 mostra a configuração básica de uma chapa SIP.

Figura 3: Configuração de uma chapa SIP



Fonte: (Green Lar, 2023)

Dessa forma, a proposta foi ir além da simples comparação técnica, buscando compreender as nuances e implicações de cada abordagem construtiva no contexto específico de residências de alto padrão. A metodologia SWOT foi empregada de forma a identificar as Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças inerentes ao uso de Painéis SIP, proporcionando uma visão dos aspectos estratégicos e práticos envolvidos. Ao aprimorar essa abordagem, buscou-se oferecer à banca um entendimento mais abrangente e detalhado das implicações e vantagens potenciais da utilização de Painéis SIP em edificações de alto padrão.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar os principais aspectos relevantes para a escolha de técnica construtiva;
- Avaliar os principais fatores que interferem na utilização dos painéis SIP.
- Montar uma matriz de análise SWOT para a utilização dos SIP's em residências de alto padrão;
- Estabelecer os principais cruzamentos da matriz;

- Estabelecer uma lista de medidas recomendadas para a viabilização da utilização da utilização dos SIP's.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SIP

Os painéis SIP's mais utilizados são constituídos basicamente de duas placas estruturais em OSB, sendo possível a utilização de madeira ou concreto e um núcleo comumente em EPS, havendo a possibilidade do uso de poliuretano líquido ou poliisocianurato, também conhecido como PIR, poliiso ou ISO, que é um plástico termoendurecível na forma de espuma. Confeccionado em peças com comprimentos variando entre 1,20m a 2,40m e espessuras de 8cm a 14cm, os SIP's recebem avaliações positivas referentes a isolamento acústicos e térmicos nas edificações, isso se dá pela uniformidade e hermeticidade dos isolamentos. Embora a técnica seja ainda pouco popularizada no Brasil, o surgimento dos SIP's no mercado internacional ocorreu a mais de 60 anos (Mullens e Arif, 2006), a execução com os painéis traz ganhos também relativos ao tempo, apresenta mais segurança para mão de obra, pois tem grande parte dos processos ocorrendo em ambiente fabril, que apresenta maior controle quando comparado ao canteiro. Por outro lado, fatores como falta de disponibilidade de insumos e de mão de obra qualificada para a execução devem ser avaliados, pois podem inviabilizar sua utilização em determinadas regiões. O processo de montagem de uma residência em SIP é mostrado na figura 4.

Figura 4: Instalação de paredes em SIP



Fonte: Archdaily (2021)

2.1.1 Materiais de pele

OSB é um tipo de painel composto por tiras de madeira orientadas em diferentes direções e unidas com resinas sintéticas. É um material de construção amplamente utilizado em diversas aplicações, incluindo como revestimento rígido para os painéis SIP. A utilização de painéis SIP com revestimento em OSB em construções pode ser opção sustentável e econômica, uma vez que a produção deste material pode ocorrer a partir de madeira de reflorestamento, possuindo assim baixo impacto ambiental. Na figura 5 é exibido de forma ampliada parte de uma chapa de OSB.

Figura 5: Chapa de OSB



Fonte: Bassani (2019)

Madeira compensada: tem sido objeto de estudo e experimentação como um material de revestimento rígido para os painéis SIP, isso se deve ao fato de que a madeira compensada é relativamente mais barata do que outros materiais de revestimento e possui propriedades mecânicas adequadas para esse fim. Além disso, a madeira compensada é produzida a partir de camadas finas de madeira, o que resulta em um material com maior resistência e estabilidade dimensional. Essas propriedades garantem a rigidez necessária para a construção de edifícios de múltiplos andares. A utilização de madeira compensada como revestimento rígido para os painéis SIP pode proporcionar uma solução sustentável, eficiente e econômica para a construção de edificações residenciais e comerciais. A figura 6 mostra a estruturação das chapas de madeira compensada.

Figura 6: Chapas de madeira compensada



Fonte: Leroy Merlin (2018)

Concreto: A utilização do concreto como material estrutural nos painéis SIP pode conferir maior resistência à edificação, permitindo a construção de edifícios mais altos e resistentes, a figura 7 traz placas de concretos utilizadas em um painel SIP com núcleo em EPS. A aplicação desse tipo de painel em construções pode ainda ser uma opção sustentável, se considerarmos que o concreto pode ser produzido a partir de materiais reciclados, como resíduos da construção civil e da indústria. Portanto, o uso de painéis SIP com concreto pode ser uma alternativa interessante e viável.

Figura 7: Painel SIP com placas de concreto e EPS



Fonte: Propanel (2020)

2.1.2 Materiais de núcleo

EPS: é um material termoplástico amplamente utilizado na construção civil, bastante conhecido no Brasil como ISOPOR®, marca registrada da Knauf Isopor Ltda. Esse material é conhecido por suas propriedades isolantes térmicas e acústicas, além de ser leve e resistente a impactos. Entre as vantagens da utilização do EPS nos núcleos dos painéis SIP estão a alta resistência térmica, que permite uma redução significativa no consumo de energia para manutenção da temperatura interna da edificação; a facilidade de instalação, uma vez que esse material é leve e de fácil manuseio, com densidades variando entre 10-30 kg/m³; e a resistência a umidade, que garante a durabilidade do painel. Por outro lado, uma das principais desvantagens do EPS é a sua baixa resistência a incêndios, o que pode ser um fator limitante para a utilização desse material em algumas regiões ou tipos de construções. Além disso, o EPS não é biodegradável, com tempo de decomposição superior a 150 anos OLIVEIRA (2013), sendo assim responsável pela geração de impactos ambientais negativos em caso de descarte inadequado.

Espuma de poliuretano: oferece excelentes propriedades de isolamento térmico e acústico, apresenta alta resistência mecânica, sendo capaz de suportar grandes cargas estruturais. Também tem como vantagem sua alta capacidade de preenchimento na vedação, evitando a entrada de ar e umidade nos painéis SIP's, além de sua fácil aplicação, que permite uma instalação rápida e eficiente. A espuma de poliuretano líquido pode apresentar algumas desvantagens, como a possibilidade de retração durante o processo de cura, o que pode resultar em fissuras e deformações nos painéis SIP. Além disso, ele pode ser mais caro do que outros materiais utilizados como núcleo, o que pode aumentar o custo total da construção. Diante disto, pode ser uma opção viável para utilização como núcleo nos painéis SIP's, sendo importante avaliar suas vantagens e desvantagens em relação a outros materiais disponíveis no mercado, a fim de escolher a melhor opção para cada projeto de construção. Na figura 8 é possível observar placas de espuma de poliuretano.

Figura 8: Placas de espuma de poliuretano



Fonte: Propanel (2020)

Espuma de poliisocianurato: é um material que traz benefícios em sua utilização como núcleo nos painéis SIP's, destacando-se sua alta resistência estrutural, o que confere maior durabilidade e segurança à edificação. Além disso, o poliisocianurato possui baixa condutividade térmica, o que contribui para a eficiência energética da construção. Uma das dificuldades na utilização do poliisocianurato como núcleo nos painéis SIP é o seu alto custo em relação a outros materiais, além disso, a produção do poliisocianurato requer uma série de processos químicos que podem causar impactos ambientais.

2.1.3 Instalação dos painéis

Diferentemente dos métodos construtivos mais tradicionais no Brasil, o método dos painéis estruturais SIP é caracterizado como uma tecnologia de construção modular onde os componentes de vedação e estrutura são pré-fabricados, existindo a possibilidade de concepção específica para determinado projeto ou podendo ser produzido com formas genéricas com futura adequação de acordo com a especificidade do uso, forma na qual perde-se em aproveitamento de matéria prima, ocasionando maior geração de resíduos (SEBRAE, 2022).

Algumas etapas são presentes na maioria das construções em SIP, destacam-se o pré-corte; passagens e aberturas; montagem dos painéis; preparação do local; posicionamento dos painéis e fixação dos elementos.

Pré-corte: após a definição das características do projeto é realizada a etapa de pré-corte dos painéis, onde os painéis são delimitados com a utilização de máquinas especializadas atendendo as especificações. Isso garante que cada painel se ajuste de maneira precisa durante a montagem subsequente.

Passagens e aberturas: de acordo com os projetos elaborados para o empreendimento, são realizadas nas peças, ainda em fábrica, passagens e aberturas que acomodarão as instalações prediais e as esquadrias.

Montagem dos Painéis: durante essa etapa, os painéis são encaixados de acordo com a paginação estabelecida em projeto, utiliza-se comumente sistemas de encaixe macho e fêmea. Em seguida, são firmemente fixados, com cola e parafusos, formando a estrutura da edificação.

Preparação do Local: Antes de iniciar a instalação dos painéis, o local de construção deve ser preparado adequadamente. Isso inclui a verificação da fundação para garantir que esteja nivelada e devidamente dimensionada para suportar a carga da estrutura.

Posicionamento: com os painéis em perfeitas condições, o layout das peças é verificado e posicionado. Isso envolve a marcação no solo das posições exatas onde cada painel será instalado, sua precisão é importante para garantir que a estrutura fique alinhada corretamente.

Fixação dos Painéis: Os painéis SIP são fixados com a utilização de perfis metálicos parafusados que fazem a junção de dois ou mais elementos.

Acabamentos Finais: devido ao prévio acabamento das placas, que apresentam uma alta uniformidade, não é necessário a execução de reboco, podendo ser executado o acabamento final, seja pintura ou revestimento, logo após o tratamento de juntas.

2.1.4 Durabilidade

A durabilidade dos painéis SIP é um fator considerável em sua utilização em construções. Esses painéis são projetados para oferecer uma vida útil longa e resistência às intempéries, o que os torna uma opção durável para construções residenciais e comerciais. A

durabilidade dos painéis SIP é influenciada por diversos fatores, incluindo a qualidade dos materiais utilizados em sua fabricação, o método de instalação, as condições climáticas do local da construção e a manutenção adequada da edificação.

É importante que sejam utilizados materiais de qualidade, incluindo os núcleos isolantes e os revestimentos externos, para garantir a durabilidade dos painéis SIP. Além disso, a instalação adequada dos painéis SIP é fundamental para garantir sua durabilidade. Devem ser seguidas as especificações do fabricante quanto aos métodos de instalação, incluindo o uso de fixadores adequados e técnicas de selagem adequadas para prevenir a entrada de água e umidade.

A manutenção adequada da edificação também é essencial para garantir a durabilidade dos painéis SIP, sendo realizadas inspeções regulares para identificar e corrigir problemas antes que eles causem danos significativos. A limpeza regular dos revestimentos externos também pode ajudar a prolongar a vida útil dos painéis SIP. No geral, a durabilidade dos painéis SIP pode ser significativamente maior do que a das construções tradicionais, desde que sejam utilizados materiais de qualidade, instalados corretamente e mantidos adequadamente.

2.1.5 Disponibilidade no mercado brasileiro

Atualmente os painéis SIP estão disponíveis no Brasil tanto na forma unitária, onde é possível fazer a aquisição de elementos com medidas padronizadas, onde é demanda manufatura do executor para a adequação as medidas projetuais. Também é possível realizar a obtenção de peças fabricadas sob medida, de forma que em posse dos projetos executivos, o fabricante confecciona as peças com paginação específica para o uso, reduzindo o número de processos no canteiro

O fabricante Bulltrade Industrial LTDA com sede localizada no estado do Rio Grande Sul tem entre sua lista de produtos os painéis SIP, que são produzidos em OSB e EPS, com dimensões padronizadas, comprimento de 2400mm, largura de 1200mm e espessura de 90mm, com peso estimado do sistema em 34kg/m². A empresa faz a indicação da utilização de gesso no revestimento dos elementos, conferindo assim uma melhor resistência térmica e ao fogo, a figura 9 mostra um lote de painéis embalados para a comercialização.

Figura 9: Lote de painéis SIP Bulltrade



Fonte: Bulltrade (2023)

A empresa DKT Fast, de endereço no estado de São Paulo, disponibiliza a produção de painéis SIP sob medida para os projetos, apresentando aplicações para usos residenciais, comerciais e em câmaras frias. O fornecedor também oferta o produto kit casa, onde é possibilitada a aquisição de modelos pré-definidos, que podem ter pequenas personalizações, sendo entregues aos clientes acompanhados de manual de instruções, sugerindo inclusive que o próprio faça a montagem de seu empreendimento. A figura 10 apresenta um modelo de kit casa do fabricante.

Figura 10: Kit Casa DKT



Fonte: Dkt (2023)

2.2 SISTEMA EM ALVENARIA DE VEDAÇÃO E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

As alvenarias são elementos originados da arranjanento de blocos ou tijolos unidos ou não por compósitos, geralmente em argamassas cimentícias, sua principal função é formar divisão entre os ambientes, de forma também que é uma proteção contra as intempéries externas a edificação (SABBATINI, 1997), sendo responsável por conferir suporte ao seu peso próprio e as cargas de paredes como portas e janelas. No Brasil a alvenaria mais comum é formada em por blocos de cerâmicos assentados com argamassa, composta majoritariamente por cimento, areia e água (Figura 11). É uma técnica bastante conhecida e com farta disponibilidade de mão de obra, possui custo relativamente barato. Por outro lado, é uma técnica bastante manual, suscetível a grandes desvios, a depender da experiência dos colaboradores e do material utilizado, sua execução também é geradora de muitos resíduos, os quais demanda um tratamento especial nos locais de descarte.

Figura 11: Alvenaria de blocos cerâmicos



Fonte: Viva Decora (2021)

A estrutura de concreto armado possui o papel de transportar através das lajes, vigas e pilares todos os esforços da edificação para a fundação. É obtida através da união da armadura de aço com o concreto simples, que é um compósito formado por cimento, areia, brita e aditivos.

É uma técnica também de grande popularidade, sendo predominante nas edificações atuais. É um material bastante resistente a esforços mecânicos e tem uma durabilidade considerável, sua mão de obra é abundante e mais barata, no entanto, seu tempo de execução é relativamente demorado e seu alto peso próprio demanda fundações mais robustas. Na figura 12 observamos a concretagem de uma laje.

Figura 12: Concretagem de laje de concreto armado.



Fonte: Mapa da Obra (2019)

2.3 ANÁLISE SWOT

A análise SWOT é uma técnica com utilização em organizações de diversos portes, ele permite analisar o cenário interno de um negócio, através dos pontos fortes (*Strengths*) e pontos fracos (*Weaknesses*), e também o cenário externo por meio das oportunidades (*Opportunities*) e ameaças (*Threats*). Sua origem é datada na década de 1960 na Universidade de Stanford (LOPO, 2021), sua realização permite o mapeamento do negócio e a elaboração de um plano de ação para as próximas atividades. Sua realização pode se dar através de uma matriz como mostra a figura 13.

Figura 13: Matriz de análise SWOT

	Contribui para estratégia da sua empresa	Dificulta a estratégia da sua empresa
Aspectos internos	<p>S: Quais são os pontos fortes do seu negócio?</p> <p>S</p>	<p>W: Quais são os pontos fracos do seu negócio?</p> <p>W</p>
Aspectos externos	<p>O: Quais são as oportunidades para o seu negócio?</p> <p>O</p>	<p>T: Quais são as ameaças para o seu negócio?</p> <p>T</p>

Fonte: Análise Swot (Clássico) (2013)

- Forças: estão enquadrados os pontos positivos do negócio que estão sob o controle da organização, as suas melhores características, onde estão seus melhores recursos as melhores características dos colaboradores envolvidos, sendo assim um ponto interno atrativo. Neste item é válido a avaliação de mais de uma pessoa que conheça o negócio, pois é comum uma abordagem altamente otimista que considera forças pontos que não são (ANÁLISE SWOT (CLÁSSICO), 2013).

- Fraquezas: Concentram-se os pontos fracos da organização, que trazem desvantagem ao seu desempenho muitas vezes sendo um gargalo para o negócio. Vale uma autocrítica para se elencar estes itens, que podem ser por exemplo: Pouca qualificação da equipe, má gestão dos recursos e tecnologia utilizada obsoleta.
- Oportunidades: são os fatores externos que trazem efeitos positivos para o negócio, podendo ser uma tendência mercadológica ou uma mudança na economia local por exemplo.
- Ameaças: ao contrário das oportunidades, são os fatores externos possivelmente danosos a organização, podendo já estarem ocorrendo ou ainda sendo uma possibilidade futura.

2.4 CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

As edificações recebem classificação quanto ao seu uso, podendo ser residencial, comercial, industrial, agrícolas, entre outras. Já quanto ao uso os empreendimentos podem ser agrupados nos padrões baixo, normal e alto segundo a ABNT NBR 12.721, para o devido enquadramento são considerados fatores como quantidade de cômodos. O quadro 1 traz a caracterização dos projetos conforme a norma para residenciais unifamiliares.

Quadro 1: Caracterização do padrão de residências unifamiliares

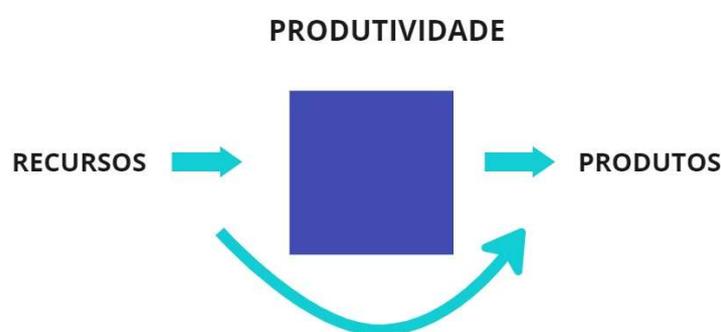
SIGLA	NOME E DESCRIÇÃO
R1-B	Residência unifamiliar padrão baixo: 1 pavimento, com 2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque.
R1-N	Residência unifamiliar padrão normal: 1 pavimento, 3 dormitórios, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda (abrigo para automóvel).
R1-A	Residência unifamiliar padrão alto: 1 pavimento, 4 dormitórios, sendo um suíte com banheiro e closet, outro com banheiro, banheiro social, sala de estar, sala de jantar e sala íntima, circulação, cozinha, área de serviço completa e varanda (abrigo para automóvel).
RP1Q	Residência unifamiliar popular: 1 pavimento, 1 dormitório, sala, banheiro e cozinha.

Fonte: ABNT NBR12721:2006

2.5 PRODUTIVIDADE NA CONTRUÇÃO CIVIL

A produtividade na construção civil pode ser avaliada por diversos indicadores, tais como: produtividade por trabalhador, produtividade por hora trabalhada, produtividade por área construída, dentre outros. Segundo Souza; Morasco; Ribeiro, (2017), a produtividade caracteriza-se como a eficiência em transformar recursos em produtos, sendo um indicador de produtividade de forma geral a razão entre os recursos empregados e os produtos realizados, como mostra a figura 14.

Figura 14: Indicador de produtividade



Indicador de produtividade: $IP = \text{Recurso ou esforço} / \text{Produto ou resultado}$

Fonte: Adaptado de (Souza; Morasco; Ribeiro, 2017).

É importante destacar que a produtividade na construção civil pode ser influenciada por diversos fatores, tais como: a organização do canteiro de obras, a logística de materiais, a tecnologia utilizada, a qualificação da mão de obra, dentre outros. Uma das principais estratégias para aumentar a produtividade na construção civil é a adoção de técnicas e tecnologias construtivas mais eficientes, tais como: o uso de pré-fabricados, sistemas construtivos industrializados, métodos construtivos mais automatizados, dentre outros.

A utilização de tecnologias construtivas mais avançadas pode reduzir o tempo de execução da obra, diminuir os custos e aumentar a qualidade da construção. Outra medida importante para o ganho de produtividade é a melhoria da gestão do canteiro de obras. Uma boa gestão do canteiro de obras pode aumentar a eficiência da obra, reduzir os desperdícios, agregando também segurança e a qualidade da construção.

A gestão do canteiro de obras envolve aspectos como: planejamento da obra, controle de materiais, controle de equipamentos, gestão de resíduos, dentre outros. Além disso, a

qualificação da mão de obra é fundamental para aumentar a produtividade na construção civil. A qualificação da mão de obra envolve não só o treinamento técnico, mas também o desenvolvimento de “*soft skills*” (“habilidades interpessoais”), tais como: trabalho em equipe, liderança, comunicação, resolução de problemas, dentre outros.

2.6 CONFORTO DO USUÁRIO

O conforto do usuário é um aspecto importante a ser considerado na concepção de uma edificação, isso se deve ao fato de que o objetivo de uma construção é atender às necessidades humanas. Pode ser definido como um estado de satisfação das necessidades físicas, psicológicas e sociais do usuário, em relação ao ambiente em que ele se encontra. Existem diversos fatores que influenciam, tais como temperatura, umidade, iluminação, acústica e qualidade do ar.

2.6.1 Conforto térmico

Variáveis como, temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação solar incidente, trazem informações à respeito da condição de conforto térmico. Esses fatores estabelecem relação com elementos locais como chuvas, vegetação, topografia e características do solo e da água, todos estes influenciáveis pela ação humana. De forma geral, o conforto térmico é favorável aos seres humanos para a manutenção da temperatura interna do corpo sem grandes esforços em temperaturas próximas a 37°C, o que é realizado através das trocas de calor entre o corpo e o ambiente, estas que são facilitadas quando em uma condição confortável termicamente (FROTA, 2001).

A capacidade de constância na temperatura corporal é conhecida como homeotermia, sendo portada por diversos seres vivos. Condições térmicas que causam sensações de frio ou calor significam que o organismo está perdendo ou ganhando calor além do necessário para manter essa homeotermia, resultando em desconforto e podendo ocasionar problemas a saúde. Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos para avaliar essas condições, levando em consideração a atividade realizada pelo indivíduo, sua vestimenta e as condições ambientais que afetam as trocas de calor. Esses índices abrangem fatores biofísicos, que se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente; fisiológicos, que consideram reações fisiológicas a condições conhecidas de temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação;

e subjetivos, que consideram as sensações pessoais de conforto térmico.

É importante observar que as condições de conforto térmico variam amplamente com base nestes diversos fatores. Portanto, os índices de conforto térmico são ferramentas valiosas para avaliar e planejar ambientes que proporcionem o máximo conforto aos ocupantes, levando em conta essas variáveis complexas.

2.6.1.1 Mecanismos de troca de calor

As trocas de calor ocorrem através de três mecanismos, radiação, convecção e condução, que são dados das seguintes formas:

- **Radiação:** Consiste no transporte de calor por ondas eletromagnéticas que partem de um corpo ou superfície de maior temperatura sendo absorvidas por outro objeto que esteja a uma temperatura inferior. Quando absorvida, ela eleva a energia térmica do corpo receptor.
- **Condução:** É um processo de transferência de calor que ocorre dentro de uma substância ou entre substâncias em contato físico direto. Nesse processo, a energia cinética dos átomos e moléculas, ou seja, o calor, é transmitida por meio de colisões entre átomos e moléculas vizinhas. O calor se desloca das áreas com temperaturas mais elevadas, onde as moléculas possuem maior energia cinética, para as áreas com temperaturas mais baixas, onde as moléculas têm menor energia cinética. A capacidade de uma substância em conduzir calor, chamada condutividade térmica, varia consideravelmente entre diferentes materiais. Em geral, os sólidos são melhores condutores de calor do que os líquidos, e os líquidos são melhores condutores do que os gases. Os metais, por exemplo, são conhecidos por serem excelentes condutores de calor, enquanto o ar é um péssimo condutor de calor
- **Convecção:** ocorre em fluidos, onde neste processo de propagação de calor se deve à formação de correntes de convecção dentro desses fluidos. As correntes de convecção surgem devido às diferenças de densidade entre as partículas presentes no fluido. Em geral, as partículas que são aquecidas se tornam menos

densas e, como resultado, tendem a se elevar. Enquanto isso, as partículas mais frias, sendo mais densas, tendem a se deslocar na direção oposta. Esse movimento de partículas é o que caracteriza o fenômeno da convecção térmica nos fluidos.

2.6.1.2 Condutividade térmica em camadas homogêneas

A condutividade térmica é uma propriedade física que quantifica a capacidade de um material conduzir o calor, ou seja, a taxa na qual o calor se propaga através do material em resposta a uma diferença de temperatura. Ela é medida em unidades de Watts por metro por Kelvin ($W/m \cdot K$) e indica o quão eficiente um material é em transmitir o calor. Materiais com alta condutividade térmica, como metais, são bons condutores de calor, enquanto materiais com baixa condutividade térmica, como isolantes, são bons isolantes térmicos. Através da condutividade térmica é possível a obtenção das propriedades de resistência e transmitância térmica do material, estas são utilizadas usualmente para o comparativo entre materiais quando analisado o comportamento como isolante térmico na construção civil.

- Resistência térmica: A resistência térmica específica, representada como "R", é uma medida que avalia a capacidade de um material de resistir à transferência de calor por unidade de área. Ela é expressa em unidades de kelvin por watt por metro quadrado ($K/W \cdot m^2$) e quantifica a capacidade de um material ou superfície de reduzir a condução de calor em relação à sua área, sendo usada frequentemente para avaliar o desempenho térmico de isolantes, janelas, paredes e componentes de construção. Quanto maior o valor da resistência térmica específica, mais eficaz é o material em resistir à transmissão de calor.
- Transmitância térmica: A transmitância térmica, representada como "U," é uma medida que avalia a taxa de transferência de calor através de um material ou componente específico em uma construção. Ela é expressa em watts por metro quadrado por kelvin ($W/m^2 \cdot K$) e indica o quão eficaz um material é na condução de calor. Quanto menor o valor da transmitância térmica, melhor é o isolamento térmico do material, pois indica que ele permite uma transferência de calor mais lenta, resultando em uma maior

eficiência energética em termos de isolamento térmico. A relação entre transmitância térmica (U) e resistência térmica específica (R) é inversamente proporcional e pode ser expressa da seguinte forma: $U=1/R$.

2.6.2 Conforto acústico

A acústica de edificações, um dos ramos mais antigos da Acústica, desempenha um papel essencial no projeto de edifícios, tendo suas raízes na antiguidade. Nos tempos clássicos, os gregos e romanos demonstraram seu valor em teatros ao ar livre, onde a acústica desempenhou um papel crucial. Os teatros gregos, por exemplo, eram espaços multifuncionais que hospedavam cerimônias religiosas, música, danças e performances teatrais. A arquitetura semicircular dos palcos e o uso de topografia e ventilação natural contribuíram para distribuir o som de maneira eficaz aos espectadores.

A abordagem moderna ao projeto acústico de edifícios se divide em duas vertentes: acústica de salas e acústica de edificações. A acústica de salas concentra-se na otimização das condições auditivas de espaços fechados, considerando fatores como forma, materiais de construção e layout para preservar os sons desejáveis. Por outro lado, a acústica de edificações lida com a propagação sonora entre diferentes espaços e combate sons indesejáveis (NETO, 2009).

O isolamento acústico é uma parte fundamental do tratamento acústico, garantindo níveis sonoros internos ideais para o conforto dos ocupantes. O condicionamento acústico, por sua vez, visa controlar a distribuição do som dentro do ambiente. Essa distinção ressalta a importância de equilibrar o isolamento e o condicionamento acústico para criar espaços funcionais e agradáveis. O conforto do usuário é o objetivo central da acústica arquitetônica moderna. Um ambiente acusticamente bem projetado, melhora a qualidade de vida contribuindo para a concentração, bem-estar e saúde dos ocupantes. Condições acústicas inadequadas podem levar a desconforto, distrações e, em última instância, a problemas de saúde.

2.6.2.1 O som

É uma forma de energia que se manifesta por meio de vibrações e ondas mecânicas. Essas vibrações podem ser geradas por corpos vibrantes e são detectadas pelo ouvido humano.

No contexto da construção civil, a propagação do som ocorre principalmente através do ar e dos materiais de construção.

Diversas variáveis do som são usadas para caracterizá-lo, incluindo a altura, timbre e intensidade. A altura de um som está relacionada à frequência das vibrações sonoras e nos diz se um som é agudo ou grave. A frequência é medida em Hertz (Hz) e está inversamente relacionada ao período. Quanto à intensidade, refere-se à amplitude da onda sonora, relacionada à variação de pressão. Essa grandeza é medida em termos de potência sonora por unidade de superfície, denominada intensidade energética, e está associada ao volume energético.

Para projetistas, o conhecimento das propriedades sonoras é essencial para elaboração de espaços que cumpram sua função acústica. O tratamento acústico de superfícies, formas e volumes é vital para criar ambientes que atendam às necessidades acústicas dos ocupantes. A acústica de edificações busca controlar a propagação do som entre diferentes espaços e abordar questões relacionadas à qualidade sonora, garantindo que o ambiente projetado seja funcional e agradável.

Assim, a compreensão das propriedades do som desempenha um papel crítico no design de espaços, assegurando que a acústica de edificações seja cuidadosamente considerada para a criação de ambientes de alta qualidade, onde o conforto e o bem-estar dos ocupantes são prioridades.

2.6.2.2 Fenômenos de reflexão, refração e absorção do som

Estas propriedades desempenham um papel importante na acústica de edificações, quando uma onda sonora encontra uma barreira, parte da energia é refletida e parte é absorvida pelo material. No entanto, em obstáculos menores, como paredes, não ocorre a absorção total, e parte é transmitida para o outro ambiente através da refração, que é a mudança de direção da onda sonora ao passar de um meio para outro. A absorção sonora em materiais é avaliada pelo coeficiente de absorção, que depende da natureza do material e da frequência da onda sonora. Materiais porosos, como tecidos, feltros e madeira aglomerada, têm coeficientes de absorção mais elevados.

A reflexão sonora é um fenômeno importante na acústica de edificações, pois pode ser usada para reduzir a intensidade sonora ou controlar o tempo de reverberação no ambiente, que é um fenômeno da persistência prolongada do som, necessária para garantir sua compreensão em locais distantes da fonte, mais comum em ambientes fechados, aumentando com a distância

entre fonte e receptor. Cada vez que uma onda sonora sofre reflexão, há perda de energia, dependendo do material que reveste a superfície. Portanto, quanto mais reflexões uma onda sofre, menor será sua intensidade.

2.6.2.3 Isolamento acústico

O isolamento acústico objetiva impedir que ruídos externos interfiram no interior do ambiente ou que os ruídos gerados internamente perturbem o exterior. Divide-se em duas categorias: isolamento acústico para ruídos de impacto e isolamento acústico para ruídos aéreos (SOUZA, ALMEIDA E BRANGANÇA, 2006).

- Ruídos de Impacto: São ruídos resultantes de impactos diretos em superfícies sólidas, como passos, queda de objetos ou arrastar de móveis. Esses ruídos se propagam principalmente através de vibrações nas estruturas, como pisos e paredes, e podem ser transmitidos para andares inferiores, causando incômodo.
- Ruídos Aéreos: São ruídos gerados pelo movimento do ar, como vozes, música ou tráfego. Eles se propagam no ambiente pela compressão e rarefação do ar e podem se transmitir através de paredes, portas e janelas. Ruídos aéreos são a principal fonte de sons indesejados em ambientes internos e requerem isolamento acústico para reduzir sua transmissão.

No caso dos ruídos aéreos, a distância entre a fonte e o receptor ou o uso de barreiras acústicas contribuem para a atenuação. O zoneamento do projeto também é fundamental para classificar áreas com base na geração de ruídos e na sensibilidade ao som. A capacidade de atenuação de um material é influenciada pela massa, inflexibilidade e amortecimento das ondas sonoras. Materiais mais pesados e rígidos oferecem melhor isolamento, mas isso varia com a frequência do som. Materiais com espaços vazios, adotando o princípio massa/mola/massa, são eficazes no isolamento de baixas frequências. Superfícies homogêneas têm melhor capacidade de isolamento, enquanto aberturas comprometem a eficácia.

2.6.2.4 Absorção acústica

A absorção acústica é aplicada principalmente em ambientes internos, buscando controlar

o tempo de reverberação, que é o prolongamento necessário do som produzido. Envolve o uso de materiais resilientes e descontinuidades nas estruturas. Pisos, tetos e tubulações estão mais suscetíveis a ruídos de impacto. A laje flutuante é um exemplo de estrutura que evita ruídos de impacto, pois não há contato direto entre as lajes e são apoiadas em materiais resilientes. A absorção acústica varia de acordo com as formas e dimensões dos poros ou fibras dos materiais, sendo mais eficaz em altas frequências. Em suma, o tratamento acústico é essencial para garantir ambientes acusticamente confortáveis, seja por meio do isolamento acústico que impede a transmissão de ruídos entre ambientes, ou pela absorção acústica que controla o tempo de reverberação, proporcionando espaços mais agradáveis.

3. METODOLOGIA

Considerando o cenário envolvido para a execução de residências de alto padrão utilizando painéis Structural Insulated Panels (SIP), a metodologia adotada procurou proporcionar uma análise comparativa para a implementação da técnica. Nesse sentido, elaborou-se uma matriz de análise SWOT, explorando as principais Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças relacionadas à utilização dessa técnica. O processo metodológico avançou para além da identificação dos fatores SWOT, realizando os cruzamentos analíticos. Os cruzamentos estabelecidos foram entre as Forças e Oportunidades, Fraquezas e Oportunidades, Forças e Ameaças, e Fraquezas e Ameaças.

Para cada cruzamento identificado, foi cuidadosamente estabelecida uma medida específica a ser implementada. Esse enfoque sistemático visou não apenas explorar as potencialidades de viabilização da técnica de painéis SIP, mas também endereçar proativamente as possíveis limitações e desafios associados. Ao culminar essas análises, uma lista foi formulada, consolidando um plano de ação composto por 10 medidas estratégicas. Estas não apenas visam superar obstáculos, mas também estimular e potencializar a adoção eficiente dos painéis SIP na construção de residências de alto padrão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os temas abordados neste trabalho foram elaboradas as matrizes de análise SWOT que constam nos quadros 2 e 3, que correspondem a utilização dos métodos de

painéis SIP e de alvenaria de blocos cerâmicos e estrutura de concreto armado, respectivamente, na construção de uma edificação de uma edificação residencial de alto padrão.

Quadro 2:Matriz SWOT da utilização de painéis SIP em residências de alto padrão

FORÇAS	FRAQUEZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Menor tempo de execução no canteiro 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior custo
<ul style="list-style-type: none"> • Maior precisão e conformidade com o projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de experiência da mão de obra
<ul style="list-style-type: none"> • Melhor conforto do usuário 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior dificuldade em reformas futuras
<ul style="list-style-type: none"> • Menor geração de resíduos 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitação quanto a construção de grandes vãos livres
<ul style="list-style-type: none"> • Etapa única de estrutura e vedação 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de maior detalhamento de projetos
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
<ul style="list-style-type: none"> • Mercado da construção civil demandando inovação 	<ul style="list-style-type: none"> • Pouco conhecimento da tecnologia pelo mercado
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da demanda por residências 	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecedores dos painéis concentrados na região Sudeste e Sul
<ul style="list-style-type: none"> • Maior exigência da normas reguladoras de segurança no trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de interesse em mudança de técnica pelos profissionais locais
<ul style="list-style-type: none"> • Maior praticidade na elaboração de projetos com tecnologias e softwares 	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento de outra tecnologia modular
<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade da redução de impactos ambientais 	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez de insumos

Fonte: Autor (2023).

4.1. FORÇAS X OPORTUNIDADES

- Menor tempo de execução no canteiro X Mercado da construção civil demandando inovação. Medida: atrair clientes que buscam inovação e agilidade na construção

- Maior precisão e conformidade com o projeto X Aumento da demanda por residências. Medida: oferecer aos clientes um produto com maior qualidade e acabamento
- Melhor conforto do usuário X Necessidade da redução de impactos ambientais Medida: desenvolver projetos que atendam às normas de eficiência energética e conforto térmico.

4.2. FRAQUEZAS X OPORTUNIDADES

- Maior custo X Aumento da demanda por residências. Medida: desenvolver parcerias com fornecedores para reduzir os custos dos painéis SIP
- Falta de experiência da mão de obra X Mercado da construção civil demandando inovação. Medida: Oferecer treinamentos e capacitações para a mão de obra.
- Maior dificuldade em reformas futuras X Aumento da demanda por residências. Medida: desenvolver projetos que sejam flexíveis e permitam reformas futuras.

4.3. FORÇAS X AMEAÇAS

- Menor tempo de execução no canteiro X Pouco conhecimento da tecnologia pelo mercado. Medida: desenvolver campanhas de marketing e relacionamento para divulgar as vantagens dos painéis SIP.
- Melhor conforto do usuário X Falta de interesse em mudança de técnica pelos profissionais locais. Medida: oferecer incentivos aos profissionais para que adotem a tecnologia dos painéis SIP.

4.4. FORÇAS X AMEAÇAS

- Maior custo X Fornecedores dos painéis concentrados na região Sudeste e Sul. Medidas: incentivar possíveis fornecedores locais de painéis SIP; estudar a viabilidade de produzir os painéis SIP localmente.

4.5. RECOMENDAÇÕES

Assim foram obtidas 10 recomendações para o uso dos painéis SIP em residências de alto padrão:

- Atrair clientes que buscam inovação e agilidade na construção.
- Oferecer aos clientes um produto com maior qualidade e acabamento.
- Desenvolver projetos que atendam às normas de eficiência energética e conforto térmico.
- Desenvolver parcerias com fornecedores para reduzir os custos dos painéis SIP.
- Oferecer treinamentos e capacitações para a mão de obra.
- Desenvolver projetos que sejam flexíveis e permitam reformas futuras.
- Desenvolver campanhas de marketing e relacionamento para divulgar as vantagens dos painéis SIP.
- Oferecer incentivos aos profissionais para que adotem a tecnologia dos painéis SIP.
- Incentivar possíveis fornecedores locais de painéis SIP.
- Estudar a viabilidade de produzir os painéis SIP localmente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A complexidade inerente à escolha de uma técnica construtiva transcende a mera

ponderação de custos, estendendo-se a fatores cruciais como produtividade, segurança no trabalho, conforto do usuário, geração de resíduos e impactos ambientais. No contexto brasileiro, a predominância da decisão motivada primariamente pelos custos em material demanda uma reflexão mais abrangente sobre o desenvolvimento sustentável na construção civil. A escolha de técnicas menos eficientes, poluentes e arriscadas para os trabalhadores pode comprometer não apenas a qualidade das edificações, mas também a qualidade de vida das pessoas e o meio ambiente.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) enfatizam a necessidade de priorizar fatores como consumo e produção responsáveis, além de saúde e bem-estar. Nesse cenário, a implementação de técnicas construtivas que valorizem esses princípios torna-se imperativa para construir uma sociedade mais consciente e em sintonia com o meio ambiente.

A substituição de técnicas geradoras de elevados impactos ambientais, mesmo que de forma gradual, emerge como uma demanda para um futuro mais equitativo e sustentável na utilização dos recursos naturais. Os painéis SIP, assim como outras técnicas construtivas modulares, emergem como protagonistas nesse movimento, promovendo o uso racional dos recursos, condições laborais aprimoradas e conforto superior para os futuros habitantes das edificações. O investimento inicial mais elevado, inerente a essas tecnologias, é justificável à luz dos benefícios a longo prazo que proporcionam.

As 10 recomendações delineadas neste trabalho visam ser um guia eficaz para favorecer a adoção bem-sucedida dos painéis SIP em edificações residenciais de alto padrão. Ao endereçar os principais fatores que moldam a escolha de uma técnica construtiva, essas recomendações podem acelerar a aceitação e a implementação dessa tecnologia inovadora.

- **Atrair Clientes Inovadores:** Destacar os benefícios dos painéis SIP, como menor tempo de execução e desempenho térmico, para atrair clientes inovadores.
- **Oferecer Produto com Maior Qualidade e Acabamento:** Salientar a alta qualidade e durabilidade dos painéis SIP para clientes que valorizam produtos de excelência.
- **Desenvolver Projetos Sustentáveis:** Destacar o desempenho térmico dos painéis SIP

para atender às expectativas de clientes preocupados com sustentabilidade.

- **Parcerias para Redução de Custos:** Estabelecer parcerias estratégicas com fornecedores para mitigar os desafios financeiros associados aos painéis SIP.
- **Capacitar Mão de Obra:** Investir em treinamentos para garantir uma execução de projetos com painéis SIP de alta qualidade, promovendo eficiência e segurança.
- **Flexibilidade para Reformas Futuras:** Enfatizar a natureza modular dos painéis SIP, oferecendo flexibilidade para adaptações futuras nos projetos.
- **Campanhas de Marketing Efetivas:** Desenvolver campanhas de marketing que destaquem de maneira eficaz as vantagens dos painéis SIP.
- **Incentivos aos Profissionais:** Oferecer incentivos, como cursos e subsídios, para promover a adoção da tecnologia dos painéis SIP por profissionais da construção civil.
- **Promoção de Fornecedores Locais:** Estimular o desenvolvimento de fornecedores locais de painéis SIP para reduzir custos de transporte e fortalecer a economia regional.
- **Estudo de Viabilidade para Produção Local de Painéis SIP:** Investigar a viabilidade da produção local de painéis SIP para impulsionar a economia regional e reduzir custos.

Essas recomendações, ao serem implementadas de maneira integrada, podem não apenas viabilizar a adoção dos painéis SIP, mas também alavancar os benefícios significativos dessa tecnologia inovadora. A busca por inovação, eficiência e sustentabilidade na construção civil é, sem dúvida, um compromisso com um futuro mais promissor e equilibrado.

6. REFERÊNCIAS

ANÁLISE SWOT (CLÁSSICO). São Paulo, abr. 2013. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/ME_Analise-Swot.PDF. Acesso em: 09 dez. 2023.

ARCHDAILY. **Arquitetura com painéis SIP: casas pré-fabricadas de construção rápida e alto desempenho.** < <https://www.archdaily.com.br/br/965688/arquitetura-com-paineis-sip-casas-pre-fabricadas-de-construcao-rapida-e-alto-desempenho>> Acesso em: 02 mai de 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12721: avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio: procedimento.** Rio de Janeiro, 2ª edição – 21.08.2006.

BASSANI. **Você conhece a versatilidade do painel OSB?** <<https://bassani.com.br/painel-osb/>> Acesso em: 15 de mar de 2023.

BULLTRADE **Painel SIP OSBI®.** Disponível em: https://www.google.com/search?q=bulltrade+cnpj&oq=bulltrade+cnpj&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCDU4NTZqMGo3qAIAAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Acesso em: 07 dez. 2023.

British Standards Institution (2001) **BS EN 12369-1:2001 Woodbased panels. Characteristic values for structural design. OSB, particleboards and fireboards,** London, UK: BSI
Structural Timber Association (2015) **SIP construction: A useful pocket site guide,** Alloa, UK: STA.

CAMPOS, Stefanie Almeida. **Análise comparativa de sistemas de vedações externas para edificações habitacionais com apoio à decisão multicritério.** 93 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2019.

DKT. **KIT CASA:** compre pela internet e monte você mesmo. Compre pela internet e monte você mesmo. Disponível em: <https://dktfast.com.br/#kit-casa>. Acesso em: 05 dez. 2023.

FORMOSO, Carlos Torres, et. all. Perdas na construção civil. **Téchne**. São Paulo, n. 23 , jul-ago 1996.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. — 5. ed. São Paulo : Studio Nobel, 2001.

Fundação João Pinheiro. **Deficit habitacional no Brasil – 2016-2019 / Fundação João Pinheiro**. – Belo Horizonte: FJP, 2021

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. São Leopoldo – RS. 2008. 49 p.

GREEN LAR. **SIP WALL 70MMX1200MMX2400MM**: painel isotermico estrutural "sip" para uso em casas terreas e divisorias de edificacoes horizontais e verticais. Painel Isotermico estrutural "SIP" para uso em casas terreas e divisorias de edificacoes horizontais e verticais. Disponível em: <https://www.greenlar.com.br/produto/id/TVRVNA==/sip-wall-70mmx1200mmx2400mm>. Acesso em: 30 nov. 2023.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

LEROY MERLIN, **O que é madeira compensada, como escolher e características!**<<https://www.leroymerlin.com.br/dicas/madeira-compensada>>. Acesso em 15 de mar de 2023.

LOPO, Tony Bryan. **Análise SWOT**. 2021. Disponível em: <https://www.cmfrp.com.br/post/an%C3%A1lise-swot>. Acesso em: 06 dez. 2023.

MAPA DA OBRA. **USO E VANTAGENS DO CONCRETO PROTENDIDO**. 2019. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/capacitacao/concreto-protendido/>. Acesso em: 06 dez. 2023.

MESSEGUER, Alvaro. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: SINDUSCON, 1991.

MULLENS, M.; Arif, M. **Structural insulated panels: Impact on the residential construction** process. J. Constr. Eng. Manag. 2006, 132, 786–794.

NETO, Maria de Fátima Ferreira. **Nível de conforto acústico: uma proposta para edifícios residenciais**. Campinas, São Paulo, 2009, 257 p. Tese de Doutorado – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: <<http://dominiopublico.qprocura.com.br/dp/111653/nivel-de-conforto-acustico-uma-propostapara-edificios-residenciais.html>>. Acesso em: 02 de dez de 2023.

OLIVEIRA, Livia Souza de. **Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (isopor) em compósitos cimentícios**. 275 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei . 2013.

PROPANEL, **Perguntas Paneles PROPANEL MGO SIP** <https://www.propanel.com.ar/preguntas_mgo_sip.php>. Acesso em 20 de mar de 2023.

SABBATINI, F. H. **Interação Alvenaria/Estrutura**. Trabalho apresentado ao Congresso de Materiais e Tecnologia da Construção - SINDUSCON-MG, Belo Horizonte, 1997. (Não Publicado).

SANTOS, Marcus Daniel Friederich. **Técnicas Construtivas em Alvenaria Estrutural: Contribuição ao Uso**. Orientador: Odilon Pancaro Cavalheiro. 1998. 157 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (RS), 1998. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/620>. Acesso em 28 de mar de 2023.

SEBRAE. **Construções modulares: conheça a nova tendência da construção civil**: rapidez, eficiência e sustentabilidade são os trunfos da nova tecnologia nas construções modulares.. Rapidez, eficiência e sustentabilidade são os trunfos da nova tecnologia nas construções modulares.. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/construcoes-modulares-conheca-a-nova-tendencia-da-construcao-civil,d8267197e7b05810VgnVCM100000d701210aRCRD#:~:text=Constru%C3%A7%C3%A3o%20modular%20%C3%A9%20um%20sistema,final%20no%20local%20da%20obra..> Acesso em: 30 nov. 2023.

SOUZA, Léa C. L.; ALMEIDA, Manuela G.; BRAGANÇA, Luís. Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a Arquitetura – São Carlos: EdUFSCar, 2006.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; Morasco, Felipe Germano; Ribeiro, Guilherme Nicacio Brito. **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil.** Brasília, DF: CBIC, 2017. 92 p. : il.

TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução.** 2 ed. São Paulo: Pini, 2011.

VIVA DECORA (São Paulo). **Alvenaria: Saiba Tudo Sobre o Sistema Construtivo Mais Usado No Brasil.** 2021. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/alvenaria/>. Acesso em: 09 dez. 2023.