



**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**  
**CRISTIANO DA SILVA KOVAC**

**SISTEMA CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM EPS**

Palhoça  
2023

**CRISTIANO DA SILVA KOVAC**

**SISTEMA CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM EPS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

Orientador: Prof. José Humberto Dias de Tolêdo, Me.

Palhoça  
2023

**CRISTIANO DA SILVA KOVAC**

**SISTEMA CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM EPS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 19 de junho de 2023.

---

Professor e orientador José Humberto Dias de Toledo, Me.  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Professor Paulo Henrique Wagner, Eng. Civil  
Universidade do Sul de Santa Catarina

---

Diego Wamott Borges, Eng. Civil  
Universidade do Sul de Santa Catarina

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho e para a conclusão bem-sucedida do meu TCC.

Primeiramente, agradeço ao meu orientador, que dedicou seu tempo, conhecimento e orientação ao longo do processo de pesquisa e redação. Suas sugestões e apoio foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores e membros da banca examinadora, agradeço a disponibilidade em avaliar e analisar o meu trabalho, proporcionando valiosas contribuições e insights durante a defesa.

Aos colegas de curso, pela troca de experiências, discussões e apoio mútuo ao longo dessa jornada acadêmica. O convívio com vocês enriqueceu meu aprendizado.

Aos familiares e amigos, pelo incentivo, compreensão e apoio incondicional ao longo de todo o processo. Vocês foram fonte de motivação e suporte emocional durante os momentos desafiadores.

À instituição de ensino pela oportunidade de realizar este trabalho e pelo acesso aos recursos necessários para sua realização.

Por fim, expresso minha gratidão a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste TCC. Seu apoio foi essencial para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Muito obrigado a todos!

"Engenharia é a arte de organizar e dirigir a força e os recursos da natureza para o benefício do ser humano." - Ralph Waldo Emerson

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre o Sistema Construtivo Monolítico em EPS (poliestireno expandido), que é uma técnica de construção que utiliza painéis pré-fabricados de EPS como forma para o concreto. O objetivo deste estudo é apresentar opções reais para uso imediato da população que deseja construir seu imóvel, com uma verificação do comportamento do sistema em questão, sendo de utilidade real para futuras construções. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o sistema construtivo monolítico em EPS e suas características técnicas, vantagens e desvantagens em relação ao sistema construtivo convencional, além de aspectos relacionados à sustentabilidade na construção civil. Os resultados indicam que o sistema construtivo monolítico em EPS apresenta diversas vantagens, como rapidez na execução, redução de custos e menor impacto ambiental. No entanto, também existem desvantagens, como a necessidade de mão de obra especializada e a limitação em relação à altura das edificações. Conclui-se que o sistema construtivo monolítico em EPS é uma opção viável e sustentável para a construção civil, desde que sejam observadas as suas limitações e sejam adotadas as medidas necessárias para garantir a qualidade e segurança das edificações.

**Palavras-chave:** sistema monolítico, poliestireno, viabilidade técnica, sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

This work presents a study on the Monolithic Building System in EPS (expanded polystyrene), which is a construction technique that uses prefabricated EPS panels as a form for concrete. The objective of this study is to present real options for immediate use by the population that wants to build their property, with a verification of the behavior of the system in question, being of real use for future constructions. For this, a bibliographical research was carried out on the monolithic constructive system in EPS and its technical characteristics, advantages and disadvantages in relation to the conventional constructive system, in addition to aspects related to sustainability in civil construction. The results indicate that the monolithic construction system in EPS has several advantages, such as speed of execution, cost reduction and lower environmental impact. However, there are also disadvantages, such as the need for specialized labor and the limitation regarding the height of buildings. It is concluded that the monolithic construction system in EPS is a viable and sustainable option for civil construction, as long as its limitations are observed and the necessary measures are adopted to guarantee the quality and safety of the buildings.

**Keywords:** monolithic system, polystyrene, technical feasibility, sustainability

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Trabalhos pesquisados e site ..... 19

Quadro 2: Diferença entre trabalhos pesquisados.....37

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Painel EPS .....	14
Figura 2: Painéis em preparação na parede com cortes .....	15
Figura 3: Painéis EPS com cavidades para instalação de matérias elétricos .	16

## LISTA DE SIGLAS

1

EPS	Poliestireno expandido
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
SINAPI Construção Civil	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da
UNISUL	Universidade do Sul de Santa Catarina
COHAB/SC	Companhia de Habitações do Estado de Santa Catarina
HIS	habitações de interesse social
LSF	Light Steel Frame
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
1.1	TEMA E DELIMITAÇÃO .....	6
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA .....	6
1.3	JUSTIFICATIVA.....	6
1.4	OBJETIVOS .....	7
<b>1.4.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>8</b>
1.5	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	8
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	9
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>11</b>
2.1	CONCEITO HISTÓRICO DO PAINEL MONOLÍTICO EM EPS.....	11
<b>2.1.1</b>	<b>Histórico.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Ecoeficiência .....</b>	<b>12</b>
2.2	TÉCNICA E ETAPAS DE CONSTRUÇÃO .....	13
<b>2.2.1</b>	<b>Fundação e Preparação do Solo.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Fixação de Barras e Estabilização Inferior .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Amarração dos Painéis e Estabilização .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Passagem de Instalações.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Etapa de Revestimento.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Lajes .....</b>	<b>17</b>
2.3	ANÁLISE DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO .....	17
<b>2.3.1</b>	<b>Desempenho Térmico.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Desempenho Estrutural.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Consumo de Material .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Desvantagens do Sistema EPS.....</b>	<b>19</b>
2.4	TRABALHOS CORRELATOS .....	20
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES</b> .....	<b>22</b>
3.1	CAMPO DE PESQUISA .....	22
3.2	MÉTODO DE PESQUISA.....	23
3.3	RESULTADOS .....	23

3.3.1	Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.....	23
3.3.2	Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido.....	24
3.3.3	Estudo comparativo dos sistemas construtivos <i>light steel frame</i> e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social.....	24
3.3.4	Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmicos.....	26
3.3.5	Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares. ....	26
3.3.6	Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional para residências unifamiliares. ....	27
3.3.7	Sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS: uma solução para a construção de habitações populares no Brasil. ....	29
3.3.8	A interação entre as paredes em painéis monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS) e os demais subsistemas construtivos.....	30
3.4	ANÁLISES .....	32
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	42
	BIBLIOGRAFIA .....	44

## 1 INTRODUÇÃO

A alvenaria convencional é o método construtivo mais antigo e o mais utilizado no Brasil, seja em tijolos cerâmico ou concreto. E, o que faz com que seja tão utilizado é o custo acessível de moradias feitas por essa técnica, pois poucos métodos construtivos conseguem apresentar alternativas tão viáveis quanto à alvenaria, como boa resistência, durabilidade e economia, fatores que são imprescindíveis na hora de construir ou reformar e que acabam por gerar insegurança na escolha por outro tipo de método construtivo (BERTOLDI, 2007).

Entre os anos de 2005 e 2012, o preparo de concreto nas centrais teve um aumento de 180%, juntamente com o aumento de 80% no consumo de cimento (ABCP, 2013). Os sistemas construtivos tradicionais que envolvem o concreto têm ganhado a preferência dos construtores de todo o país, fazendo com que a taxa de crescimento de produção do concreto seja maior que a taxa de crescimento da construção civil no Brasil (ABCP, 2013).

Nos últimos anos, o mercado de construção residencial vem buscando alternativas construtivas que visam a capacidade de produtividade, de construtividade, de baixo custo e desempenho ambiental (BARRETO, 2017).

O método construtivo que envolve painéis industrializados de poliestireno expandido revestido de redes de aço leve de alta resistência, interligadas por barras de aço eletro soldadas, foi criado na Itália por uma empresa chamada Monolite, por volta dos anos 80. O projeto base para o desenvolvimento do sistema construtivo visava atender regiões com alta propensão a terremotos, necessitando de uma estrutura que, além de ter resistência aos tremores, possuísse isolamento acústico e térmico, para resistir aos invernos rigorosos (ALVES, 2015).

Por ser um sistema relativamente novo no Brasil, sua utilização estimula a corrida das indústrias e dos fornecedores, aumentando a oferta de sistemas disponíveis no mercado, tornando a tecnologia mais acessível. “Tal competição tende a uma redução no preço dos produtos facilitando o acesso e sucessivamente estimulando o consumidor final a considerar relevantes, diversos fatores na hora de escolher um determinado sistema” (ALVES, 2015).

O EPS (poliestireno expandido) já vinha sendo utilizado na construção civil brasileira com crescente aceitação, sendo empregado em juntas de

dilatação, caixão perdido, isolamento e fundação de estradas. Recentemente, o material vem ganhando grande participação na execução de lajes (LUEBE, 2004).

O processo de fabricação do poliestireno expansível passa por uma transformação física, não modificando as suas propriedades químicas. Divide se em três etapas: pré expansão, armazenamento intermediário e moldagem. (BERTOLDI, 2007).

Bertoldi (2017) destaca o que ocorre com a expansão do EPS, mostrando o que acarretará durante esta etapa:

A expansão do poliestireno expansível, com densidade aparente de 600 a 700 kg/m<sup>3</sup>, é efetuada numa primeira fase num pré-expansor, através de aquecimento, por contato com vapor de água. O estireno é introduzido sob a forma de pequenas pérolas, com diâmetro entre 0,4 a 2,5 mm, que em contato com pentano, um hidrocarboneto gasoso e com o vapor aquoso a temperatura de 90°C, provoca sua expansão fazendo que as pérolas aumentem seu volume entre 20-50 vezes, dependendo da duração e intensidade do tratamento [...] (BERTOLDI, 2007, p. 15).

Na década de 90 o sistema foi trazido para o Brasil e submetido a vários testes e ensaios normativos que exigem comprovação de eficiência. Por um tempo, este sistema ficou limitado apenas para as pessoas que trabalhavam com ele, com o passar dos anos empresas buscaram oferecer produtos semelhantes como o sistema Hitech que é um produto atuante no mercado brasileiro (BERTOLDI, 2007).

Por ser fabricado industrialmente o sistema se adequa a qualquer tipo de utilização visto que pode apresentar uma infinidade de variações como no comprimento da placa (sendo quatro metros o máximo), as bitolas da barra de aço, nas dimensões da malha, na espessura do EPS, na densidade, entre outros. Facilitando assim a execução e possibilitando uma flexibilidade quando a sua utilização em relação à integração de projetos (BERTOLDI, 2007).

Um fato que vale apenas ressaltar é que esse sistema não necessita quebrar as paredes para passar tubulações como a alvenaria convencional, sendo elas embutidas nas placas (PAVESI, 2016).

O que diferencia esse tipo de sistema construtivo dos demais é o seu fácil manuseio e a leveza das placas, que facilitam sua operação em lugares de difícil

acesso ou condições climáticas adversas. Também proporciona a diminuição da mão de obra já que os painéis são produzidos industrialmente e apenas montados no canteiro de obra reduzindo assim significativamente a geração de resíduos e desperdícios no processo construtivo (PAVESI, 2016). Como no caso da alvenaria que desperdiça em média 30 % de materiais na fase de execução, e de todo desperdício mundial 50% provem da construção civil o que é um número preocupante, sendo necessário à adoção de medidas para diminuir esse percentual, e é aí que entram métodos construtivos menos impactantes como o sistema construtivo monolítico (PAVESI, 2016).

Essa pesquisa bibliográfica visa verificar as vantagens, desvantagens do sistema construtivo monolítico EPS.

## 1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO

Sistema construtivo monolítico em EPS. A pesquisa delimita-se a estudar a viabilidade técnica e econômica do sistema construtivo no cenário construtivo brasileiro.

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Qual o nível de conhecimento técnico e aceitação do sistema EPS pelas construtoras e pela população brasileira? Até que ponto é vantajoso substituir a construção convencional pela construção monolítica em EPS? Como se comporta o sistema construtivo monolítico em EPS quando comparado ao sistema construtivo convencional?

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A engenharia civil está constantemente em busca de soluções construtivas que proporcionem maior produtividade, redução de custos e menor impacto ambiental. No contexto brasileiro, a difusão do sistema construtivo monolítico em EPS, como alternativa ao método convencional de construção de

prédios de até 4 andares, pode trazer significativos benefícios econômicos, financeiros e ambientais.

Considerando a necessidade de utilizar materiais não poluentes e renováveis, com características e propriedades viáveis para uma construção sustentável, durável, confortável e segura para seus usuários, este estudo se propôs a analisar as especificidades da utilização do EPS (poliestireno expandido).

A busca por novas tecnologias no mercado da construção civil tem como objetivo alcançar a sustentabilidade, por meio do aumento da produtividade, redução de resíduos e diminuição da mão de obra. Isso implica no desenvolvimento de novos materiais com baixo impacto ambiental nos canteiros de obras.

Nesse sentido, esta pesquisa visa destacar as principais características do EPS e sua adaptabilidade e utilização como método construtivo frente ao contexto de industrialização, que demanda cada vez mais construções ecoeficientes e que atendam às necessidades humanas.

Com base na análise de correlação entre trabalhos acadêmicos sobre o sistema construtivo monolítico em EPS, pretende-se fornecer embasamento teórico e prático para demonstrar os benefícios e as vantagens desse sistema construtivo em relação ao método convencional de alvenaria.

Por meio deste estudo, espera-se contribuir para a disseminação e adoção do sistema construtivo monolítico em EPS no cenário da construção civil brasileira, promovendo uma construção mais eficiente, sustentável e economicamente viável, além de incentivar a utilização de materiais que minimizem o impacto ambiental e atendam às demandas do setor, resultando em um ambiente construído mais resiliente e responsável.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Realizar uma análise de correlação entre trabalhos acadêmicos sobre o sistema construtivo monolítico em EPS, visando compreender seu desempenho e os benefícios oferecidos pelo uso de painéis de poliestireno expandido revestidos com telas de aço galvanizado e argamassa projetada.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Analisar o sistema construtivo monolítico em EPS;
- Avaliar as contribuições dos trabalhos acadêmicos existentes;
- Apontar correlações entre sistemas construtivo monolíticos em EPS.

### **1.5 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Para Gerhardt e Souza (2009, p.11), metodologia é o estudo do método, são os procedimentos para a realização de uma pesquisa. Ela se interessa pela validade do caminho escolhido a se levar ao propósito fim da pesquisa, indo além da descrição dos procedimentos demonstrando a escolha teórica definida pelo pesquisador para abordar o objeto de estudo.

Para Fonseca (2002), metodologia é o estudo dos caminhos a serem percorridos para a realização de um estudo ou pesquisa.

Segundo Gil (GIL, 2007, *Apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009), pesquisa é um procedimento que se objetiva a proporcionar respostas aos problemas propostos, constituído por várias fases, desde o desenvolvimento do problema até a apresentação e discussão dos resultados.

A busca pela resposta dos problemas propostos pode ser realizada de acordo com alguns tipos de pesquisa, quanto à abordagem, podendo ser uma pesquisa qualitativa ou quantitativa, quanto à natureza, básica ou aplicada, em relação aos seus objetivos, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, descritiva ou explicativa e quanto aos procedimentos de pesquisa, a mesma pode ser denominada experimental, bibliográfica, documental, pesquisa de campo, *Ex-post-facto*, de levantamento, com *survey*, estudo de caso, *participante*, pesquisa-ação, etnográfica ou etnometodológica. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009)

A metodologia quanto à abordagem do problema utilizada nesta monografia é a qualitativa:

A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. Os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa opõem-se ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências, já que as ciências sociais têm sua especificidade, o que pressupõe uma metodologia própria. Assim, os pesquisadores qualitativos recusam o modelo positivista aplicado ao estudo da vida social, uma vez que o pesquisador não pode fazer julgamentos nem permitir que seus preconceitos e crenças contaminem a pesquisa (GOLDENBERG, 1997, p. 34)

Quanto a natureza, denomina-se de origem básica, já que será realizado pesquisas em trabalhos aderentes ao tema já publicados.

Quanto aos objetivos, a pesquisa em questão caracteriza-se por descritiva. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVIÑOS, 1987, *apud* GERHARDT; SILVEIRA, 2009)

Em relação aos procedimentos, este estudo é classificado como documental, que segundo Fonseca (2002), que recorre a fontes diversificadas e dispersas, como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc.

Este trabalho será realizado através de um levantamento de informações, busca de dados em trabalhos publicados em repositórios institucionais sobre as características do sistema construtivo monolítico em EPS.

Com o estudo e descrição do método, apresentar-se-á opções reais para uso imediato da população que deseja construir seu imóvel, com uma verificação do comportamento do sistema em questão, sendo de utilidade real para futuras construções.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho é composta por quatro capítulos que abordam diferentes aspectos da pesquisa:

O primeiro capítulo é a Introdução, apresenta-se o tema e a delimitação da pesquisa, bem como o problema de pesquisa a ser investigado. Além disso, são fornecidas a justificativa para a realização do estudo e os objetivos gerais e específicos do trabalho.

No segundo capítulo, denominado Referencial Teórico, realiza-se uma revisão bibliográfica sobre o sistema construtivo monolítico em EPS (poliestireno expandido) e explora suas características técnicas. São discutidas as vantagens e desvantagens desse sistema em relação ao sistema construtivo convencional, e também são abordados aspectos relacionados à sustentabilidade na construção civil.

O terceiro capítulo, intitulado Resultados e Análise, é dedicado à apresentação dos resultados da pesquisa realizada. Descreve-se as metodologias utilizadas na coleta de dados e, em seguida, realiza análises quantitativas e qualitativas desses dados. Os resultados obtidos em relação aos painéis monolíticos em EPS e sua viabilidade para a construção de habitações populares no Brasil são detalhados neste capítulo.

Por fim, no quarto capítulo, denominado Considerações Finais, faz-se uma síntese dos principais resultados obtidos na pesquisa. Ele discute as implicações desses resultados para a construção civil brasileira e oferece recomendações para futuras pesquisas sobre o tema. Além disso, são apresentadas sugestões para a aplicação prática dos painéis monolíticos em EPS na construção de habitações populares, considerando os insights obtidos durante o estudo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o passar dos anos, o homem tem aprimorado a forma de construir a sua moradia, e cada vez mais tenta-se descobrir métodos para se obter uma construção rápida, sustentável e com menor custo. Esse capítulo apresenta uma base teórica sobre o tema em estudo.

### 2.1 CONCEITO HISTÓRICO DO PAINEL MONOLÍTICO EM EPS

#### 2.1.1 Histórico

De acordo com Isolite (2001), com a finalidade de ser uma solução para áreas sujeitas a terremotos, a tecnologia construtiva em painéis monolíticos de EPS (Poliestireno Expandido, conhecido como isopor®) tem sua origem em um projeto italiano de industrialização da construção. A proposta tinha o intuito de criar uma estrutura monolítica autoportante que agregasse elementos de isolamento térmico e acústico.

A empresa italiana Monolite foi responsável pelo desenvolvimento do sistema construtivo monolítico em EPS, também conhecido como Método Monolite. Em 1985, o Instituto Giordianos emitiu a homologação italiana (Certificato d'Idoneità Técnica) para o sistema (BARRETO, 2017, *apud* ALVES, 2015).

Desde a sua criação, a Monolite expandiu sua presença globalmente, estabelecendo unidades de produção em diversos países. Em 2015, a empresa contava com vinte e três linhas de produção ao redor do mundo, abrangendo países como Itália, Portugal, Espanha, Rússia, Turquia, Líbia, Egito, Equador, Bósnia, Argentina, Chile, Venezuela, Guatemala, Costa Rica, México, Panamá, Nigéria, Moçambique, França, Malásia, Qatar, Filipinas e Brasil (BARRETO, 2017, *apud* ALVES, 2015).

No contexto da construção civil brasileira, o EPS (poliestireno expandido) já era utilizado com crescente aceitação, desempenhando funções como juntas de dilatação, caixão perdido, isolamento e fundação de estradas. Recentemente, esse material tem ganhado maior destaque na execução de lajes (LUEBE, 2004).

Como pode-se pensar inicialmente, não se trata de um sistema novo, o sistema construtivo monolítico em EPS chegou ao Brasil por volta do ano 1990, quando foi submetido a análises do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) que apresentou resultados positivos. Apesar de não existir condições tão favoráveis, o sistema se adaptou de forma satisfatória com a utilização em formas arquitetônicas variadas e em razão de suas vantagens e facilidades de execução difundidas por seus fornecedores, construtores e adeptos, o processo construtivo está em grande expansão (BARRETO, 2017).

### **2.1.2 Ecoeficiência**

O conceito de ecoeficiência sugere uma significativa ligação entre eficiência dos recursos e responsabilidade ambiental (AZEVEDO, 2020).

Segundo JJdesign (2016), a ecoeficiência do método é justificada pela obra limpa com baixa produção de resíduos, baixa contaminação de solo, água e ar, e economia de água na execução e por ser composto de material 100% reciclável. A garantia de o material possuir propriedade retardante a chama, com eficiência termo/acústica, inerente e resistente à agressão de agentes biológicos conferem segurança ao método.

Por fim, características como facilidade de fixar as tubulações, facilidade de transporte em virtude de se tratar de um material leve e compacto, disponibilidade em diversas espessuras conferem inovação e economia através da racionalização da construção com redução de desperdícios de material, redução do consumo de aço, otimização do tempo da construção, elevada produtividade e serialização da construção. (JJDESIGN, 2016)

Por demonstrar características como essas, o método tem se mostrado inovador e promissor no cenário construtivo brasileiro. Mas para garantir um bom

desempenho do sistema, algumas técnicas devem ser seguidas na etapa construtiva.

No tópico a seguir apresentaremos a técnica e etapas de construção do sistema EPS.

## 2.2 TÉCNICA E ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

### 2.2.1 Fundação e Preparação do Solo

Segundo TÉCHNE (2012), antes do início da obra devem ser feitos os serviços comuns de limpeza, como destocamento, escavação e aterro, se necessários. A preparação da fundação é feita, de acordo com o cálculo estrutural. Dependendo do tipo de terreno, podem ser adotados diferentes tipos de fundação: fundação tipo laje radier, sapata corrida ou então fundações profundas se as condições de sondagem do terreno forem desfavoráveis.

Conforme TÉCHNE (2012) a fundação geralmente é do tipo radier, executado obedecendo as especificações de projeto. A resistência característica do concreto é definida em razão dos aspectos de durabilidade e resistência estrutural. A armadura do radier é geralmente constituída por tela de aço CA-60 soldada com malha de 10 cm x 10 cm. Pode ser simples ou dupla, dependendo do projeto estrutural, que considera as tensões atuantes e as condições do solo no local de implantação da obra.

Sistemas hidrossanitários, elétricos, de comunicação, segurança e outros, que venham a interferir no radier, são posicionados antes de iniciar a concretagem da fundação. A tubulação é aterrada e nivelada ao solo para lançamento do concreto do contra piso. Feito o contra piso, este servirá como pavimento para que os trabalhos possam ser desenvolvidos com mais limpeza e eficiência (MONOLITE, 2017).

Após o término das instalações de esgoto, juntamente com a armadura da fundação, deverão ser posicionados os arranques de aço na vertical (na tela

do radier), que ficarão à espera da fixação dos painéis. Estes possuem dimensões de 3,4 m a 5 m com 50 cm de comprimento, destes 30 cm deve ficar acima do piso para ancoragem, que alinhados pelo gabarito da obra serão dispostos a 20 cm de distância entre si (ALVES, 2015).

### 2.2.2 Fixação de Barras e Estabilização Inferior

Conforme Monolite (2017), após a concretagem da fundação, se inicia o processo de montagem das paredes, nesta etapa é feito o alinhamento e aprumo dos painéis. Os painéis devem ser fixados nos arranques previamente colocados com arame recozido e torquês. São usadas abas de malha de aço que se sobrepõem os painéis, para que sejam unidas ao painel vizinho.

O trabalho de montagem poderá ser facilitado com a numeração dos painéis. O painel é manuseado e colocado na posição por um funcionário apenas, o que simplifica e acelera a montagem e, também, dispensa a formação de equipes de trabalhos especiais (Figura 1) (ALVES, 2015).

Figura 1: Painel EPS



Fonte: Alves (2015)

Para garantir o prumo e alinhamento das paredes, utilizam-se réguas de alumínio que são fixadas, horizontalmente nos painéis, a cerca de 2 m do piso. As escoras reguláveis são colocadas na diagonal e perpendicular às réguas, reguladas para garantir a verticalidade dos painéis (BARRETO, 2017).

Caso os painéis sejam aplicados num segundo piso, os processos se repetem, não havendo necessidade de arranques (a própria tela dos painéis verticais poderá fazer essa função) (COELHO, 2015).

### 2.2.3 Amarração dos Painéis e Estabilização

De acordo com Monolite (2017) os painéis são unidos entre si por meio de traspasse das abas da malha de tela eletrossoldada, que devem ser sobrepostas ao painel ao lado. Em relação às aberturas de vão e esquadrias, os painéis são fornecidos com qualquer tipo de abertura de portas e janelas, conforme projeto arquitetônico.

No entanto, as aberturas podem ser feitas no canteiro obra, que são realizados cortando-se o painel com maquina na medida desejada. Neste último caso, os reforços devem ser projetados para que ocorram estes cortes (Figura 2) (MONOLITE, 2017).

Figura 2: Painéis em preparação na parede com cortes



Fonte: Alves (2015)

### 2.2.4 Passagem de Instalações

Conforme Barreto (2017) com todos os painéis e reforços instalados, a fase seguinte é o posicionamento das tubulações elétricas e hidráulicas embutidas. No processo construtivo, as instalações são simples, a operação é rápida e limpa, pois não ocorrem quebras de material para abertura dos traçados, como nos processos tradicionais.

Para disposição das instalações elétrica e hidráulica, deve-se projetar o posicionamento das passagens. Primeiramente é desenhado o percurso das instalações na placa de EPS por *spray* e com o auxílio de um soprador térmico, abrem-se o caminho para essas tubulações (ALVES, 2015).

Seguindo o traçado feito no painel, abrem-se os sulcos - cavidades por onde são passados, na parte posterior da malha de aço, os materiais que compõem a instalação (Figura 3) (ALVES, 2015).

Figura 3: Painéis EPS com cavidades para instalação de matérias elétricos



Fonte: (TREVEJO, 2018, Apud DE SÁ, 2017)

### 2.2.5 Etapa de Revestimento

Para a fase de revestimento é necessário a cobertura em duas camadas (BARRETO, 2017). De início a primeira camada serve para preencher a superfície do EPS com micro cimento. Na segunda cobertura, é feito a finalização do acabamento. O microconcreto é projetado no espaço definido pelas mestras.

De acordo com TÉCHNE (2012) após a injeção do micro cimento é feito todo o sarrafeamento, afim de se obter uma superfície mais regularizada. Para o sarrafeamento é necessário que seja utilizada régua de alumínio e que o sentido desse processo seja baixo para cima. Após a cura total dessa primeira camada, inicia-se a colocação dos batentes e caixilhos, nesse momento as escoras podem ser retiradas, pois as paredes já possuem característica autoportante.

Os revestimentos seguem os mesmos procedimentos comuns a maiorias dos sistemas construtivos, seja em áreas secas, com aplicação de textura nas paredes externas; gesso ou massa corrida com pintura nas internas; ou ainda, nas áreas molhadas, o assentamento de qualquer tipo de revestimento, por exemplo (LUEBLE, 2004).

### **2.2.6 Lajes**

Depois de fase de acabamento, interna e externa, é colocada a laje de cobertura, ou do pavimento seguinte. Uma das possibilidades para coberturas é a laje treliçada unidirecional de EPS. Deve-se seguir, em todo caso, a orientação do calculista (COELHO, 2015).

Os painéis de cobertura inclinados podem receber as telhas diretamente sobre o concreto desempenado e em processo de cura, evitando assim todo o madeiramento de sustentação do telhado (MONOLITE,2017).

Visando que futuramente as construções menos agressivas ao meio ambiente e que consomem menos recursos naturais é que dominarão o mercado, os painéis monolíticos entram na linha de métodos construtivos sustentáveis.

Na sequência daremos destaque a análise de desempenho do sistema construtivo.

## **2.3 ANÁLISE DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO**

### **2.3.1 Desempenho Térmico**

De acordo com Nóbrega (2017) o isolamento térmico das vedações é obtido pela média das transferências de calor dos seus componentes: paredes escuras ou claras, material constituinte, esquadrias translúcidas ou

transparentes, e tipo de cobertura. A transferência de calor entre os ambientes internos e externos determina o desempenho térmico da edificação.

Segundo Frota e Schiffer (2009), quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço, a sensação do indivíduo é de conforto térmico e sua capacidade de trabalho, desse ponto de vista, é máxima.

O comportamento do sistema monolítico é impermeabilizante, um de seus diferenciais é que a umidade da parede do lado de fora não passa para parte de dentro, pois a camada de argamassa externa não tem comunicação com a camada de argamassa da parte interior. Com isso, os painéis de EPS são isolantes termoacústicos e impermeáveis (TERENCIO, 2019).

### **2.3.2 Desempenho Estrutural**

De acordo com diretrizes vigentes, os painéis monolíticos podem ser utilizados de maneira autoportante para edificações de no máximo dois pavimentos. No que se refere o quesito desempenho, o painel apresentou características muito boas a compressão, elevada resistência a vibrações, isolamento acústico, isolamento térmico e baixa absorção de água (TERENCIO, 2019).

Em sua fase final, a semelhança estética é nítida, comparado ao sistema convencional de blocos cerâmicos e blocos de concreto. No que se refere ao peso dos painéis, chegam a ser cerca de trinta vezes mais leves do que a alvenaria tradicional de blocos cerâmicos, isso considerando os painéis sem revestimento (ALVES, 2015).

### **2.3.3 Consumo de Material**

É fácil perceber a redução de desperdício, já que a alvenaria tradicional descarta cerca de 30 % de materiais na fase de execução, e de todo desperdício mundial 50% provem da construção civil o que é um número preocupante,

fazendo necessário à adoção de medidas para diminuir esse percentual, e é aí que entram métodos construtivos menos impactantes como o sistema construtivo monolítico (PAVESI, 2016).

#### **2.3.4 Desvantagens do Sistema EPS**

Algumas desvantagens do sistema são que o método é indicado apenas para casos específicos, a construção é feita de forma autoportante para até dois pavimentos e necessita de mão de obra especializada (TERENCIO, 2019).

A partir da pesquisa feita nos projetos de conclusão de curso de outros estudantes, é possível alcançar o objetivo de extrair estratégias para elaborar questões a serem respondidas na elaboração deste projeto.

O EPS (poliestireno expandido) é um material plástico que pode ser reciclado e reutilizado em diversas aplicações, incluindo a produção de novas placas monolíticas de EPS. No entanto, é importante destacar que o descarte inadequado do EPS pode causar impactos ambientais negativos, uma vez que ele não é biodegradável e pode levar centenas de anos para se decompor na natureza (TREVEJO, 2018).

No processo de produção das placas monolíticas de EPS, é possível gerar rejeitos de EPS, que podem ser reciclados e reutilizados na produção de novas placas ou em outras aplicações. Além disso, é importante que as empresas que produzem e utilizam o EPS adotem práticas sustentáveis de gestão de resíduos, como a coleta seletiva e a destinação adequada dos resíduos para reciclagem ou disposição final em aterros sanitários (TREVEJO, 2018).

Na obra, os rejeitos de EPS podem ser gerados durante o processo de corte e instalação das placas monolíticas. Esses rejeitos podem ser recolhidos e destinados para reciclagem ou disposição final adequada, evitando assim a contaminação do meio ambiente. Além disso, é importante que os profissionais envolvidos na obra sejam capacitados para lidar com o EPS de forma segura e

sustentável, seguindo as normas e recomendações técnicas para o manuseio e descarte desse material (TREVEJO, 2018).

No próximo tópico apresentaremos alguns trabalhos correlatos ao do presente estudo.

## 2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Guilherme Álef Nóbrega Medeiros (2017), elaborou uma pesquisa de trabalho de conclusão de curso com o título “Avaliação de paredes sanduíche em argamassa armada com núcleo de eps”, a comparação de custos referente aos materiais empregados nos modelos construtivos mostrou que as paredes sanduíche são economicamente viáveis, apresentando redução de custos em cerca de 10% para a edificação estudada. Com isso, é possível concluir que o referido modelo construtivo seria muito eficaz em obras como conjuntos habitacionais de interesse social, em edificações com estruturas simples e com uso exclusivo de paredes sanduíche como peças estruturais, diminuindo assim o custo da edificação.

Já Letícia Beraldo Goulart (2018) em seu artigo Sistema construtivo monolítico em eps, do Setor de Engenharia Civil do Centro Universitário de Mineiros, junto com o centro de pesquisas Unifimes, relata que há certa resistência quando se trata de técnicas modernas relacionadas ao setor da construção civil, visto que o mesmo não evoluiu, estando apegados a conceitos e tradições passadas, sendo necessário que o interesse por novas técnicas construtivas venha ser despertado em cada profissional, para um alavancar tecnológico na construção civil. E assim obter possíveis melhorias construtivas, com soluções sustentáveis que garantam um futuro as novas gerações.

Lucas Felipe Terencio Costa (2019) em seu trabalho de conclusão de curso, relata que o sistema construtivo monolítico atende diversos requisitos, podendo substituir sem prejuízo algum a alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto, diminuindo assim o tempo de execução e gerando menos resíduos que o método convencional. O fato de os painéis terem um fácil

manuseio, facilitando o serviço principalmente em lugares de difícil acesso e em condições climáticas adversas, proporcionando diminuição da mão de obra empregada, e ainda ter características de resistências elevadas, faz com que seja viável a utilização do método construtivo.

### 3 RESULTADOS E ANÁLISES

Nesse capítulo apresentarmos os resultados da pesquisa bibliográfica destacando: o campo de pesquisa; método de pesquisa; resultados e análises.

#### 3.1 CAMPO DE PESQUISA

O campo da pesquisa bibliográfica constitui-se na pesquisa de 10 (dez) trabalhos acadêmicos com tema aderente ao do presente estudo, em sites de repositórios institucionais, conforme apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Trabalhos pesquisados e site

Número	Título do Trabalho
1	Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis
2	Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido
3	Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social
4	Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmicos
5	Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares
6	Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional para residências unifamiliares
7	Sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS: uma solução para a construção de habitações populares no Brasil
8	A interação entre as paredes em painéis monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS) e os demais subsistemas construtivos

Fonte: elaborado pelo autor, 2023

## 3.2 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa foi realizada no período de 01/abril a 15 de maio de 2023 nos sites já mencionados, buscando identificar a aderência do tema ao do presente estudo e destacando os objetivos da pesquisa e os resultados para futura análise.

## 3.3 RESULTADOS

Nesse tópico será apresentado cada trabalho pesquisado com destaque para os objetivos e resultados.

### **3.3.1 Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.**

O objetivo do estudo é caracterizar o uso do sistema construtivo formado por vedações constituídas pela projeção de argamassa sobre painéis de poliestireno reforçado com telas de aço eletro soldadas. O trabalho apresenta dois estudos de caso, de obras residenciais de dois pavimentos situados em Florianópolis / SC.

A metodologia utilizada consistiu em análise documental, visitas técnicas às obras e entrevistas com os responsáveis pelos projetos. Foram coletados dados sobre o processo construtivo, materiais utilizados, desempenho térmico e acústico das edificações, entre outros aspectos relevantes.

Os resultados obtidos indicaram que o sistema construtivo apresenta vantagens em relação a outros métodos convencionais, como rapidez na execução, redução de custos e menor impacto ambiental. Além disso, as edificações estudadas apresentaram bom desempenho térmico e acústico, atendendo às normas técnicas vigentes.

No entanto, foram identificadas algumas limitações em relação à flexibilidade arquitetônica e à resistência ao fogo das vedações.

### **3.3.2 Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido.**

O objetivo geral do estudo é empregar uma tecnologia construtiva em um projeto arquitetônico de residência unifamiliar litorânea. Os objetivos específicos incluem apontar as características do sistema construtivo em EPS como uma nova tecnologia a ser empregada de forma mais difundida no projeto de arquitetura, identificar as diretrizes/aspectos de desempenho a serem atendidas pelo projeto de residência litorânea e pela tecnologia construtiva empregada, e desenvolver um projeto específico para o sistema proposto e expor uma representação gráfica que melhor se adequa às fases construtivas e elementos do sistema.

A metodologia utilizada inclui uma fundamentação teórica voltada principalmente ao processo construtivo em painéis monolíticos de EPS, além do método analítico de estudos de caso diretos e indiretos.

Os resultados apresentados incluem a identificação das diretrizes/aspectos de conforto ambiental a serem atendidas pelo projeto de residência litorânea e pela tecnologia construtiva empregada, bem como as características principais do sistema construtivo e seus benefícios como uma nova tecnologia a ser empregada de forma mais difundida no projeto de arquitetura. Além disso, o trabalho apresenta um projeto específico para o sistema proposto com representações gráficas que se adequam às fases construtivas e elementos do sistema.

### **3.3.3 Estudo comparativo dos sistemas construtivos *light steel frame* e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social.**

O objetivo geral deste estudo foi comparar os sistemas construtivos Light Steel Frame (LSF) e placas monolíticas de poliestireno expandido quando

aplicados em habitações de interesse social (HIS). Os objetivos específicos incluíram a estimativa dos custos dos insumos, a caracterização e diferenciação dos sistemas construtivos em termos de mão de obra, materiais e equipamentos.

O estudo foi dividido em duas etapas. A primeira etapa envolveu a verificação das características dos sistemas LSF e placas monolíticas de poliestireno expandido. A segunda etapa consistiu em comparar os sistemas aplicados na construção de habitações de interesse social. O estudo de viabilidade foi realizado em uma HIS cujo projeto foi executado pela Companhia de Habitações do Estado de Santa Catarina (COHAB/SC) e aprovado pela Caixa Econômica Federal. Foram analisados os custos dos insumos relativos a cada sistema construtivo, considerando a quantificação estimada dos materiais utilizados e os custos unitários.

Os resultados mostraram que, em termos de custo dos insumos de construção, o sistema construtivo em concreto armado ainda é o mais viável economicamente para a construção da HIS. O sistema de placas monolíticas de poliestireno expandido foi considerado o segundo mais viável, com custo total de execução estimado em um valor intermediário. Já o sistema Light Steel Frame foi o mais oneroso, com um custo total de execução significativamente maior que os outros dois sistemas.

A análise dos preços dos subsistemas dos diferentes sistemas construtivos permitiu identificar possíveis alternativas para reduzir os custos finais das obras em LSF e Monolite, visando maior competitividade em relação ao concreto armado. A modulação do LSF foi proposta como uma alternativa para reduzir o preço final da obra, resultando em uma diminuição de cerca de 30% no custo do subsistema estrutural.

Em geral, concluiu-se que a viabilidade de implantação do sistema LSF na HIS ainda é comprometida em termos de custos de insumos. No entanto, é necessário considerar outros fatores, como a redução do tempo de execução da residência e os gastos com mão de obra, para uma análise completa da viabilidade financeira do sistema. O sistema de

placas monolíticas de poliestireno expandido foi considerado competitivo em termos de preço final, devido à sua característica de sistema construtivo industrializado.

#### **3.3.4 Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmicos.**

Os objetivos do trabalho presente no trabalho foram analisar o sistema monolítico em EPS quanto à utilização em vedações verticais e comparar sua utilização e influência na estrutura de concreto armado com a alvenaria de blocos cerâmicos.

A metodologia utilizada consistiu na análise estrutural de duas edificações, considerando os pesos próprios das vedações verticais, além do orçamento dessas edificações.

Os resultados indicaram que a utilização dos painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical pode resultar em redução no volume de concreto e no peso de aço utilizado na estrutura, além de poder reduzir o tempo de execução da obra. Além disso, os painéis monolíticos em EPS possuem boa capacidade de isolamento térmico e acústico, o que pode contribuir para o conforto dos usuários da edificação.

#### **3.3.5 Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares.**

O objetivo do trabalho é comparar o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em painéis EPS em relação às suas características técnicas e econômicas, com o intuito de verificar a viabilidade desse novo sistema.

Metodologia: A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica para levantamento de dados, apresentando um quadro comparativo entre os dois sistemas para as mesmas características.

Resultados: O sistema monolítico em EPS se mostrou em geral mais eficiente que o convencional em relação à capacidade estrutural, logística, conforto do usuário, sustentabilidade e economia.

### **3.3.6 Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional para residências unifamiliares.**

O objetivo geral desta pesquisa é realizar uma análise comparativa entre os painéis monolíticos em EPS e a vedação vertical com o sistema construtivo convencional. Os objetivos específicos estabelecidos são os seguintes:

- Estudar o sistema construtivo monolítico em EPS.
- Avaliar o conhecimento dos alunos do curso de Engenharia Civil sobre o sistema construtivo monolítico.
- Determinar as vantagens do sistema construtivo monolítico.
- Comparar os dois métodos construtivos em relação às características dos materiais utilizados, custos e sustentabilidade.

A metodologia da pesquisa é caracterizada como uma pesquisa exploratória descritiva, uma vez que busca familiaridade com o assunto por meio de levantamento bibliográfico (exploratória) e tem como objetivo descrever as características principais dos métodos construtivos em alvenaria convencional e com painéis monolíticos (descritiva).

O estudo foi dividido em etapas para melhor compreensão do assunto abordado.

Na primeira etapa, foi aplicado um questionário por e-mail aos alunos do curso de Engenharia Civil na Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, campus Tubarão/SC. O objetivo dessa pesquisa foi entender o conhecimento e a percepção dos estudantes em relação aos painéis monolíticos. O questionário continha perguntas sobre o interesse em novos métodos construtivos, conhecimento sobre os painéis monolíticos, características percebidas, custos e indicação do sistema construtivo. As respostas obtidas permitiram compreender o nível de disseminação dos

painéis monolíticos nesse grupo de estudantes e sua receptividade ao método.

A segunda etapa consistiu na análise de um imóvel residencial de 57m<sup>2</sup> construído com o sistema construtivo convencional, localizado na cidade de Armazém/SC. A casa analisada possuía dois dormitórios, um banheiro, cozinha e sala integrada, além de varanda e lavanderia nos fundos. A obra foi realizada com projetos pré-aprovados por um engenheiro civil. O objetivo dessa etapa foi obter um orçamento detalhado da construção em alvenaria convencional, utilizando valores da tabela SINAPI de 2019 como referência.

Na terceira etapa, foi realizado o orçamento da mesma residência analisada na etapa anterior, considerando o uso do sistema construtivo com painéis monolíticos. Foi contatada uma empresa que forneceu os orçamentos com base nesse método construtivo. Os resultados obtidos nas etapas 2 e 3 permitiram uma comparação justa dos custos entre os dois sistemas construtivos, além de possibilitar a análise das vantagens e desvantagens de cada método.

A etapa de análise dos resultados consistiu na revisão de todas as etapas anteriores para compreender os orçamentos e realizar uma análise comparativa. Além da comparação de custos, foram confrontadas as vantagens e desvantagens de cada sistema construtivo. Dessa forma, foi possível facilitar uma tomada de decisão mais embasada, considerando não apenas os valores financeiros, mas também os aspectos técnicos e sustentáveis.

Os resultados deste trabalho proporcionaram a demonstração do funcionamento de um método pouco conhecido, os painéis monolíticos, e realizou a comparação com o método construtivo convencional amplamente utilizado. Os resultados obtidos foram os seguintes:

Melhorias na construção civil: O uso dos painéis monolíticos apresentou benefícios em termos de custos da obra, gerenciamento e tempo de

conclusão. Isso indica que esse método pode trazer avanços para o setor da construção civil.

Aquisição de conhecimento: A pesquisa contribuiu para adquirir conhecimento sobre a inovação tecnológica do sistema monolítico e possibilitou compartilhar esse conhecimento com os colegas do meio acadêmico, auxiliando-os em suas escolhas futuras.

Construção mais sustentável: A discussão sobre métodos construtivos mais ecológicos do que o convencional foi trazido à tona por meio do sistema monolítico. Esse método é considerado mais sustentável e oferece inovações e preocupações adicionais com o meio ambiente.

Em resumo, os resultados desta pesquisa demonstraram as vantagens dos painéis monolíticos em relação ao sistema construtivo convencional, tanto em termos de custos como de aspectos técnicos e sustentáveis. Além disso, o estudo permitiu compreender o nível de conhecimento dos estudantes de Engenharia Civil sobre os painéis monolíticos, contribuindo para sua formação e tomada de decisões futuras na área da construção.

### **3.3.7 Sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS: uma solução para a construção de habitações populares no Brasil.**

Objetivos: - Evidenciar a melhoria das habitações de baixa renda, por meio de uma modalidade alternativa de construção e avaliar a viabilidade para a implantação do sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS no desenvolvimento de casas populares. - Descrever o sistema construtivo aliado à facilidade de repetição; - Efetuar um estudo comparativo com critérios físicos-financeiros entre uma obra de casa popular em alvenaria convencional e em painéis monolíticos de EPS - Realizar um comparativo ambiental sustentável entre o método construtivo em alvenaria convencional e o método monolítico.

Metodologia: A metodologia empregada fundamenta-se em um estudo descritivo e exploratório, onde procura-se apresentar os métodos

construtivos para maior compreensão dos sistemas, assistido por informações reunidas que serão utilizadas para a comparação de ambos. Serão levantados dados quantitativos e qualitativos a respeito de materiais e recursos a serem utilizados, sendo estruturada uma pesquisa com a finalidade de comparar a produtividade de execução e os custos entre o método convencional e o sistema monolítico de EPS.

Resultados: O trabalho apresenta uma descrição detalhada do sistema construtivo convencional e do sistema monolítico em painéis de EPS, ressaltando aspectos como materiais, aplicações, manuseios e resíduos. Além disso, é realizada uma comparação financeira entre os dois sistemas, fundamentada na realização de um orçamento analítico para uma residência popular, que exhibe redução de 29,13% sob os custos de uma obra convencional. Por fim, é feita uma análise sustentável entre os dois sistemas construtivos, evidenciando características essenciais para a escolha das paredes monolíticas como metodologia construtiva mais ecológica.

### **3.3.8 A interação entre as paredes em painéis monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS) e os demais subsistemas construtivos.**

O objetivo geral deste trabalho é identificar quais sistemas construtivos são mais indicados para a construção com painéis de EPS, considerando aspectos como fundações, revestimentos, esquadrias, instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, entre outros. Os objetivos específicos são:

Analisar as principais vantagens dos painéis em relação à construção convencional, comparar as etapas da obra entre o método de painel monolítico e a alvenaria convencional de tijolo cerâmico de vedação, estudar os impactos do peso da estrutura de EPS nas fundações das edificações, verificar se há alguma desvantagem em relação à alvenaria convencional.

A metodologia adotada neste trabalho acadêmico foi a revisão sistemática de literatura, realizada por meio de pesquisa bibliográfica. A pesquisa

bibliográfica consiste na busca e análise de material já elaborado, como livros e artigos científicos, que abordam o tema de estudo. Essa abordagem permite ao pesquisador uma cobertura mais ampla de fenômenos do que seria possível pesquisar diretamente.

A revisão sistemática da literatura apresenta várias vantagens, como minimização de vieses ao considerar todos os estudos relevantes, além de diminuir as falhas presentes em estudos individuais, uma vez que utiliza uma ampla gama de materiais.

As etapas seguidas na revisão sistemática da literatura, conforme descrito por Okoli (2019), foram as seguintes:

Identificação dos objetivos: Os objetivos do trabalho foram descritos na introdução, abordando tanto o objetivo geral quanto os objetivos específicos.

Planejamento do protocolo: Foi realizada uma pesquisa em diversas plataformas científicas usando palavras-chave relevantes para obter bibliografias de diversos autores sobre o tema. A pesquisa abrangeu desde a origem e composição dos painéis de EPS até sua aplicação na construção civil.

Aplicação de seleção prática: Foram utilizados filtros específicos para fornecer soluções para o problema apresentado, como a necessidade de fontes recentes (publicadas após 2005) e a relação direta com o tema da pesquisa.

Busca da bibliografia: Os materiais utilizados para elaboração deste trabalho foram obtidos por meio de acesso virtual a sites e bibliotecas virtuais citados nas referências finais, e foram provenientes de artigos científicos e dissertações de graduação e mestrado que envolviam estudos de caso.

Extração dos dados: Foi realizada uma leitura exploratória seguida de uma leitura seletiva para identificar os assuntos relevantes para o

trabalho. Os dados foram anotados, incluindo informações sobre autores, data de publicação, método utilizado, resultados e conclusões.

Avaliação da qualidade: Os estudos foram analisados qualitativa e quantitativamente quanto à qualidade da execução e à pertinência para a revisão.

Resultados e Discussão:

Estudo 1: Construção de uma residência unifamiliar em Jaraguá-GO utilizando painéis monolíticos de EPS. A construção foi ágil, com utilização de estacas, vigas baldrame, contra piso, paredes e instalações elétricas e hidrossanitárias. O uso de EPS proporcionou maior rapidez na obra.

Estudo 2: Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional. Estudantes de engenharia mostraram interesse nessa metodologia de construção, destacando as vantagens do EPS em relação à rapidez, sustentabilidade, preço, peso e isolamento térmico.

Estudo 3: Caracterização de sistema construtivo com vedações de argamassa projetada revestindo núcleo de EPS. Dois estudos de caso em Florianópolis mostraram a construção de residências com painéis de EPS, onde foram feitos muros externos, pilares, instalações elétricas e hidrossanitárias, revestimentos argamassados e cobertura. A utilização do EPS permitiu uma construção mais ágil.

Esses estudos demonstram que o uso de painéis monolíticos de EPS apresenta vantagens em termos de agilidade na construção, sustentabilidade, isolamento térmico e redução de prazos em comparação com os métodos construtivos convencionais.

### **3.4 ANÁLISES**

Nesse tópico apresenta-se uma análise dos resultados dos estudos realizados e apresentados no tópico anterior.

Uma análise dos resultados das pesquisas realizadas sobre o sistema construtivo que utiliza painéis monolíticos compostos por Poliestireno Expandido.

- Vantagens econômicas financeiras: O sistema de parede de concreto "in loco" apresenta vantagens em termos de rapidez na execução da obra, redução de desperdícios e menor necessidade de mão de obra especializada. Além disso, o custo total da obra utilizando esse sistema foi menor do que o da alvenaria estrutural.
- Vantagens ambientais e de sustentabilidade: A redução de desperdícios e a rapidez na execução contribuem para a diminuição do impacto ambiental. No entanto, foram identificadas desvantagens em relação à qualidade estética das paredes e à necessidade de equipamentos específicos para sua execução.

Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço:

- Vantagens econômicas financeiras: O sistema construtivo apresenta vantagens em relação a outros métodos convencionais, como rapidez na execução e redução de custos. Além disso, as edificações estudadas apresentaram bom desempenho térmico e acústico, atendendo às normas técnicas vigentes.
- Vantagens ambientais e de sustentabilidade: A redução de custos e o menor impacto ambiental são vantagens desse sistema construtivo. No entanto, foram identificadas limitações em relação à flexibilidade arquitetônica e à resistência ao fogo das vedações.

Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido:

- Vantagens econômicas financeiras: O sistema construtivo em painéis monolíticos de poliestireno expandido apresenta benefícios em termos de custo, sendo uma tecnologia construtiva mais acessível. Além disso, o projeto específico para esse sistema permite adequar-se às fases construtivas e elementos do sistema.
- Vantagens ambientais e de sustentabilidade: O sistema construtivo em EPS é considerado mais sustentável, pois utiliza materiais mais leves, reduzindo o consumo de recursos naturais. Além disso, possui boa capacidade de isolamento térmico e acústico, contribuindo para o conforto ambiental.

Sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS: uma solução para a construção de habitações populares no Brasil:

- Vantagens econômicas financeiras: O sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS pode melhorar as habitações de baixa renda com uma modalidade alternativa de construção. Além disso, a redução de custos em relação à alvenaria convencional torna o sistema viável para a implantação em casas populares.
- Vantagens ambientais e de sustentabilidade: O sistema monolítico em EPS é uma solução mais sustentável, apresentando menor impacto ambiental e reduzindo o desperdício de materiais na construção. A análise sustentável evidencia características essenciais para a escolha desse sistema como uma opção mais ecológica.

Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social:

- Vantagens econômicas financeiras: O estudo demonstrou que, em termos de custo dos insumos de construção, o sistema construtivo em concreto armado ainda é o mais viável economicamente para a construção de habitações de interesse social. As placas

monolíticas de poliestireno expandido foram consideradas a segunda opção mais viável, com um custo total de execução estimado em um valor intermediário. Por outro lado, o sistema light steel frame mostrou-se mais oneroso, com um custo total de execução significativamente maior que os outros dois sistemas.

- Vantagens ambientais e de sustentabilidade: O estudo não mencionou especificamente as vantagens ambientais e de sustentabilidade dos sistemas construtivos analisados. No entanto, é possível inferir que o sistema de placas monolíticas de poliestireno expandido apresenta benefícios nesses aspectos devido à sua característica de sistema construtivo industrializado. Esse sistema pode contribuir para a redução do desperdício de materiais, menor consumo de água durante a construção e possivelmente uma pegada de carbono menor em comparação com o concreto armado.

Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmicos:

- Vantagens econômicas financeiras: O uso de painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical pode resultar em redução no volume de concreto e no peso de aço utilizado na estrutura, o que pode implicar em menor custo de construção. Além disso, a possibilidade de redução do tempo de execução da obra pode gerar economia em termos de mão de obra.
- Vantagens ambientais e de sustentabilidade: Os painéis monolíticos em EPS apresentam boa capacidade de isolamento térmico e acústico, o que pode contribuir para o conforto dos usuários da edificação. Essa característica pode resultar em menor consumo de energia para climatização e redução da emissão de gases de efeito estufa. Além disso, o uso de painéis monolíticos em EPS pode reduzir a quantidade de resíduos de construção gerados, uma vez que são fabricados de forma industrializada e pré-fabricada.

Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares:

- Vantagens econômicas financeiras: O sistema monolítico em painéis EPS se mostrou mais eficiente em relação ao sistema convencional em termos de preço final, o que pode resultar em economia significativa para os proprietários de residências unifamiliares. Os painéis EPS são geralmente mais acessíveis em comparação com os materiais de construção tradicionais, como tijolos e concreto, o que contribui para uma redução nos custos de construção. Além disso, a rapidez na instalação dos painéis EPS pode resultar em economia de mão de obra e diminuição do tempo total de construção, o que pode levar a uma economia adicional.
- Vantagens sustentáveis: O uso de painéis EPS em residências unifamiliares pode ser considerado uma opção mais sustentável em comparação com o sistema convencional. Os painéis EPS são fabricados a partir de materiais recicláveis e podem ser reciclados após o fim de sua vida útil. Além disso, eles requerem menos energia durante o processo de fabricação em comparação com os materiais de construção convencionais, o que contribui para a redução das emissões de carbono.

Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional para residências unifamiliares:

- Vantagens Econômicas Financeiras: A utilização de painéis monolíticos em EPS apresenta benefícios em termos de custos da obra, gerenciamento e tempo de conclusão. Esses fatores contribuem para a redução dos custos totais da construção, possibilitando uma alocação mais eficiente de recursos financeiros.
- Vantagens Ambientais e de Sustentabilidade: O sistema construtivo monolítico em EPS é considerado mais sustentável em comparação com o método convencional. Ele oferece inovações e preocupações adicionais com o meio ambiente, como a redução do

consumo de materiais, a diminuição da geração de resíduos e a maior eficiência energética devido ao isolamento térmico proporcionado pelos painéis.

Sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS: uma solução para a construção de habitações populares no Brasil:

- Vantagens Econômicas Financeiras: A modalidade alternativa de construção com painéis monolíticos de EPS apresenta viabilidade financeira para a construção de casas populares. A comparação financeira entre o sistema monolítico e a alvenaria convencional demonstrou uma redução de 29,13% nos custos da obra utilizando os painéis de EPS.
- Vantagens Ambientais e de Sustentabilidade: A utilização dos painéis monolíticos de EPS contribui para a melhoria das habitações de baixa renda, proporcionando uma construção mais sustentável. Esses painéis são considerados mais ecológicos, pois reduzem a demanda por materiais naturais, minimizam o desperdício de recursos e apresentam menor impacto ambiental.

A interação entre as paredes em painéis monolíticos de EPS e os demais subsistemas construtivos:

- Vantagens Econômicas Financeiras: O uso de painéis monolíticos de EPS pode proporcionar uma construção mais ágil, resultando em menor tempo de execução da obra. Isso pode levar a redução de custos relacionados a mão de obra e despesas adicionais decorrentes de prazos mais longos.
- Vantagens Ambientais e de Sustentabilidade: Os painéis monolíticos de EPS destacam-se pela sua eficiência energética, contribuindo para a redução do consumo de energia na edificação. Além disso, eles oferecem isolamento térmico e acústico, melhorando o conforto ambiental das habitações. Essas

características são importantes para promover a sustentabilidade na construção civil.

A tabela abaixo mostra as diferenças entre os trabalhos pesquisados. Essas diferenças estão relacionadas aos materiais utilizados, sistemas construtivos comparados, análises estruturais, custos e enfoques específicos de cada estudo.

Quadro 2: Comparação dos resultados entre os trabalhos pesquisados.

<b>Trabalhos</b>	<b>Diferenças</b>
<b>Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada...</b>	Utilização de argamassa projetada como material de vedação.
<b>Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido.</b>	Utilização de painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS) como sistema construtivo.
<b>Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas...</b>	Comparação entre os sistemas construtivos Light Steel Frame e placas monolíticas em termos de características, desempenho e custos.
<b>Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais...</b>	Análise das estruturas de concreto armado com vedações verticais convencionais em comparação com o uso de painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação.

<p><b>Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS...</b></p>	<p>Comparação entre o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em painéis EPS em termos de desempenho, custos e facilidade de construção.</p>
<p><b>Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional...</b></p>	<p>Comparação entre os sistemas monolíticos em painéis EPS e o sistema construtivo convencional em termos de características, desempenho e eficiência energética.</p>
<p><b>Sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS: uma solução para a construção de habitações...</b></p>	<p>Apresentação da utilização de painéis monolíticos de EPS como solução construtiva para habitações, destacando suas vantagens e viabilidade de implantação.</p>

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2023.

Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada.

- Correlação com: Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais...
- Ambos os trabalhos abordam sistemas construtivos com vedações, sendo que o primeiro utiliza argamassa projetada, enquanto o segundo analisa vedações verticais com estruturas de concreto armado.

Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido.

- Correlação com: Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS...

- Ambos os trabalhos comparam o sistema construtivo convencional com o sistema monolítico em painéis EPS, porém com enfoques diferentes.

Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas...

- Correlação com: Análise comparativa entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional...
- Ambos os trabalhos realizam comparações entre sistemas construtivos, com um deles abordando o Light Steel Frame e o outro enfocando os sistemas monolíticos em painéis EPS.

Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS...

- Correlação com: Estudo comparativo entre sistemas monolíticos em painéis EPS e sistema construtivo convencional...
- Ambos os trabalhos realizam comparações entre o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em painéis EPS, porém com enfoques diferentes.

As correlações entre os trabalhos compartilham a preocupação com o desempenho térmico, acústico, estrutural e econômico das edificações.

O trabalho 3.3.1 descreve a caracterização de um sistema construtivo com vedações de argamassa projetada revestindo núcleo de poliestireno expandido e telas de aço. Apresenta dois estudos de caso e destaca as vantagens desse sistema em termos de rapidez na execução, redução de custos e desempenho térmico e acústico das edificações.

O trabalho 3.3.2 aborda o uso de painéis monolíticos de poliestireno expandido em um projeto de residência unifamiliar. Também destaca as características do sistema construtivo em EPS, seu desempenho e benefícios em relação ao projeto arquitetônico e fases construtivas.

O trabalho 3.3.3 realiza uma comparação entre os sistemas construtivos Light Steel Frame (LSF) e placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados em habitações de interesse social. Ambos os estudos envolvem

análise de custos, mão de obra e materiais, buscando identificar as vantagens e limitações de cada sistema.

O trabalho 3.3.4 analisa a utilização de painéis monolíticos em EPS como sistema de vedação vertical em estruturas de concreto armado, comparando com a alvenaria de blocos cerâmicos. Destaca a redução no volume de concreto, peso de aço e o bom desempenho térmico e acústico dos painéis em EPS.

Os trabalhos 3.3.5 e 3.3.6 realizam análises comparativas entre o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares. Ambos destacam as vantagens do sistema monolítico em termos de capacidade estrutural, logística, conforto do usuário, sustentabilidade e economia.

O trabalho 3.3.7 tem como objetivo evidenciar a melhoria das habitações de baixa renda por meio do sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS. Também realiza estudos comparativos físico-financeiros e ambientais entre a alvenaria convencional e o método monolítico.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao longo deste trabalho, foram estabelecidos objetivos claros relacionados ao estudo do sistema construtivo monolítico em EPS (poliestireno expandido). Por meio de análises aprofundadas, podemos chegar a algumas conclusões e fazer considerações finais relevantes sobre o tema abordado.

Primeiramente, podemos afirmar que os objetivos estabelecidos foram alcançados com sucesso. O estudo permitiu uma compreensão aprofundada do sistema construtivo monolítico em EPS, incluindo suas características, vantagens e desafios. Foram realizadas revisões bibliográficas e análises de correlação entre os trabalhos acadêmicos para fornecer uma visão abrangente do assunto.

Ao longo da pesquisa, ficou evidente que o sistema construtivo monolítico em EPS apresenta diversas vantagens significativas. Entre elas, destacam-se a redução de custos, a rapidez na execução da obra, a eficiência energética, a sustentabilidade e a versatilidade arquitetônica. Essas características são fundamentais para atender às demandas de um setor de construção cada vez mais consciente e buscando soluções inovadoras.

No entanto, também foi possível identificar alguns desafios associados ao uso do sistema construtivo monolítico em EPS. Entre eles, podemos mencionar a resistência ao fogo, a resistência mecânica em situações específicas e a necessidade de capacitação adequada dos profissionais envolvidos. Esses pontos devem ser cuidadosamente considerados e abordados para garantir a segurança e a durabilidade das construções.

Nesse sentido, é importante ressaltar que o presente trabalho forneceu subsídios valiosos para o avanço do conhecimento sobre o sistema construtivo monolítico em EPS. As análises realizadas contribuíram para a compreensão das possibilidades e limitações desse sistema, além de identificar áreas que podem ser aprimoradas para promover sua adoção mais ampla e segura.

Por fim, concluímos que o sistema construtivo monolítico em EPS representa uma alternativa promissora na construção civil, com potencial para proporcionar benefícios econômicos, ambientais e sociais. No entanto, é necessário um esforço contínuo de pesquisa, desenvolvimento e disseminação de informações para que seu uso seja ampliado e aprimorado.

Diante disso, é recomendável que futuros estudos se concentrem em aprofundar os aspectos técnicos, avaliar o desempenho em longo prazo das construções realizadas com esse sistema e desenvolver diretrizes claras para a capacitação de profissionais envolvidos na sua implementação.

Em suma, com base nos objetivos estabelecidos e nas análises realizadas, podemos concluir que o sistema construtivo monolítico em EPS oferece vantagens consideráveis, mas também requer atenção aos desafios apresentados. A pesquisa contribuiu para ampliar o conhecimento sobre o assunto e destacou a importância de investimentos contínuos em pesquisa, desenvolvimento e capacitação para impulsionar a utilização segura e eficiente desse sistema construtivo.

## 1 BIBLIOGRAFIA

- ABCP. Pesquisa inédita e exclusiva revela cenário do mercado brasileiro de concreto. Disponível em: <https://www.abcp.org.br/cms/imprensa/noticias/pesquisainedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto/>. Acesso em: 10 de outubro de 2020.
- ALVES, João Paulo de Oliveira. Sistema construtivo em painéis de EPS. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.
- AZEVEDO, Júlia. Fonte: <https://www.ecycle.com.br/8354-ecoeficiencia>. Acesso em 16 de novembro de 2020.
- BARRETO, Monalisa Nogueira. Casa EPS: Edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido. 2017. Trabalho final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- BERALDO Goulart, L.(2018). Sistema construtivo monolítico em eps. Fonte: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171773/TCC%20Reposit>.
- COELHO, Fabilson Marcio Ferreira. Ensaio Projetual de um protótipo habitacional em bloco monolítico de EPS: estudo de caso em Petrolina-PE dezembro/2015. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, Edição nº v. 01, dez./2015. Disponível em: < <https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-onlinebusca/?autor=Fabilson%20Marcio%20Ferreira%20Coelho>>. Acesso em 16 de novembro de 2020.
- ENGEL Gerhardt, T., & Corrêa de Souza, A. (2009). Método de Pesquisa. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: UFRGS. Fonte: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>
- FONSECA, J. J. (2002). Metodologia da pesquisa científica. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza, Ceará, Brasil.
- FROTA, A. B.; SHIFFER, S. R. Manual do conforto térmico. 5ª Edição. São Paulo, 2001. 243 p
- ISOLITE. Tecnologia em Construção. Isolante Termo Acústico. [on line] Disponível em <www.url: <http://www.isolite.com.br/>>. Acesso em 16 de novembro de 2020.

JJ DESIGN ARQUITETURA. Sistemas Construtivos Sustentáveis. Disponível em: <<http://www.jjdesign.com.br/sustentabilidade/sistemas-construtivos-sustentaveis.html>>. Acesso em: 16 de novembro de 2020.

LUEBLE, Ana Regina Ceratti Pinto. Construção de habitações com painéis de EPS e argamassa armada. In: Conferência latino-americana de construção sustentável x encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 1., 2004, São Paulo.

MONOLITE. Sistema construtivo leve. Disponível em: <<http://www.monolite.com.br/home>>. Acesso em 16 de novembro de 2020.

NÓBREGA Medeiros, Á.(2017). Fonte: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.1/avaliacao-de-paredes-sanduche-em-argamassa-armada-com-nucleo-de-eps.pdf>

PAVESI, Dante et al. Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social. 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171773/TCC%20Reposit%C3%B3rio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 de outubro de 20120.

REIS, A. T. L. Adições espaciais: reações dos residentes e a construção do espaço habitacional responsivo. In: IX ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Cooperação e Responsabilidade Social, 2002, Foz de Iguaçu. ENTAC - 1993 a 2002 - Primeira Coletânea de Anais dos Encontros Nacionais de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002. v. 1.

TÉCHNE. Sistemas construtivos: Painéis monolíticos de concreto. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/188/artigo286963-2.aspx>>. Acesso em 20 de novembro de 2020.

TERENCIO Costa,L.F.(2019). Casa de eps: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais. Fonte: <https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/650/1/Casa%20de%20eps%20an%C3%A1lise%20do%20uso%20dos%20pain%C3%A9is%20monol%C3%ADticos%20de%20poliestireno%20expandido%20em%20constru%C3%A7%C3%B5es%20residenciais.pdf>

BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Contribuição à implementação da coordenação modular da construção no Brasil. 2004. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

- BERTINI, Alexandre Araújo. Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada. 2002. 221 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- CAMPOS, Patrícia Farrielo de. Light steel framing: uso em construções habitacionais empregando a modelagem virtual como processo de projeto e planejamento. 2014. 198 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- CRASTO, Renata Cristina Moraes de. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing. 2005. 254 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.
- FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes de. Steel framing: arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.
- GONÇALVES, Cilene Maria Marques. Método para gestão do custo da construção no processo de projeto de edificações. 2011. 182 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- LIMA, Rondinely Francisco de. Técnicas, métodos e processos de projeto e construção do sistema construtivo light steel frame. 2013. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
- PENNA, Fernando Cesar Firpe. Análise da viabilidade econômica do sistema light steel framing na execução de habitações de interesse social: uma abordagem pragmática. 2009. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- RODRIGUES, Francisco Carlos. Steel framing: Engenharia. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.
- SANTIAGO, Alexandre Kokke. O uso do sistema light steel framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural. 2008. 153 p.
- VALIATI, Mário Luiz Sartório; MORAES, Anamaria de. Ergonomização na construção civil: constrangimentos posturais e problemas na segurança do trabalho. 2001. 337 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001. VIVAN, André Luiz. Projetos para produção de residências unifamiliares em light steel framing. 2011. 209 p. Dissertação (Mestrado)

– Programa de Pósgraduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

AVESANI, José Orlando Neto. Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos. 2008, 228f. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso Mestrado Profissionalizante em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18132/tde-24062008-101540/en.php>. Acesso em 16 de janeiro de 2016.

REIS, Raquel Cardoso; SANTIM, Eder; MAMMINI, Osmar; PEREIRA, Mayara L.; COSTA, Mônica. Manual de Utilização EPS na Construção Civil. São Paulo: PINI, 2006.

Martins, C. M.; Bertequini, A. B. T. Comparativo de custo entre alvenaria e parede de concreto "in loco" e a viabilidade do sistema construtivo parede de concreto "in loco" em habitações populares. 2020. Disponível em: <http://www.unitoledo.br/repositorio/handle/7574/2370>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

VIEIRA, G. 2012. Sistemas construtivos racionalizados permitem obras mais rápidas e eficientes, 2012. Disponível em: <https://abcp.org.br/imprensa/noticias/sistemas-construtivos-racionalizados-permitem-obras-mais-rapidas-e-eficientes/>. Acesso em: 22 nov. 2020.

IBRACON, 2018. Sistemas construtivos paredes de concreto, alvenaria estrutural e pré-fabricados de concreto. Disponível em: [http://ibracon.org.br/Site\\_revista/Concreto\\_Construcoes/pdfs/revista90.pdf](http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf). Acesso em 14 de setembro de 2020.

KALIL, S. M. B.- Alvenaria Estrutural. PUCRS, 2007. Disponível em: [http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/70/TC025\\_Alvenaria\\_estrutural\\_A\\_x.pdf](http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/70/TC025_Alvenaria_estrutural_A_x.pdf). Acesso em 14 de setembro de 2020.

Martins, L. G. (2019). Estudo de caso comparativo da viabilidade econômica dos métodos construtivos: alvenaria estrutural e parede de concreto integrado ao planejamento de obras.

TREVEJO, Hiago Henrique. Análise Comparativa entre Sistemas Construtivos Convencional e Monolítico em Painéis EPS para Residenciais Unifamiliares. 2019. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unicesumar - Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.

DUARTE, Lorena Pereira; CARNEIRO, Pedro Vieira. Sistema Construtivo Utilizando-se Poliestireno Expandido para Vedação Vertical. 2015. 26 f.

TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

SANTOS, Tulio Cesar de Carvalho; BERZOINI, Isabela Dianim. SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED CONCRETE FORMS (ICF): ESTUDO DE CASO VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2020. Disponível em: < <https://dspace.doctum.edu.br/handle/123456789/3542> >. Acesso em 29 de maio de 2023

DE SÁ, M. K. R. G. **Painéis monolíticos de EPS e sua aplicabilidade na construção civil.** 2017. 59f. Monografia (graduação em Engenharia civil) – Faculdade Mauricio de Nassau – Boa Viagem, Recife, 2017.