



Universidade Estadual  
da Região Tocantina  
do Maranhão

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS, TECNOLÓGICAS E LETRAS-  
CCHSTL  
CAMPUS AÇAILÂNDIA  
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**SABRINA DE OLIVEIRA RODRIGUES**

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM PAINÉIS  
MONOLÍTICOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO E ALVENARIA  
CONVENCIONAL EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Açailândia-MA  
2022

**SABRINA DE OLIVEIRA RODRIGUES**

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM PAINÉIS  
MONOLÍTICOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO E ALVENARIA  
CONVENCIONAL EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia Civil da  
Universidade Estadual da Região Tocantina  
do Maranhão para o grau de bacharel em  
Engenharia Civil

Orientadora: Profa. Ma. Ludimilla da  
Silveira Ferreira

R696a

Rodrigues, Sabrina de Oliveira

Análise comparativa dos sistemas construtivo em painéis monolíticos de poliestireno expandido e alvenaria convencional em edificações residenciais / Sabrina de Oliveira Rodrigues – Açailândia: UEMASUL, 2022.

57 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Açailândia, MA, 2022.

1. Poliestireno expandido. 2. Sistemas construtivos. 3. Habitações residenciais I. Título.

CDU 691

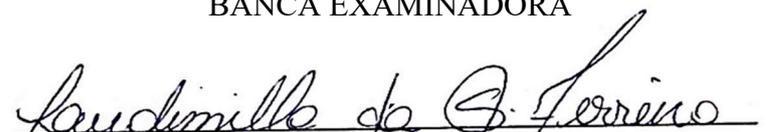
**SABRINA DE OLIVEIRA RODRIGUES**

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM PAINÉIS  
MONOLÍTICOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO E ALVENARIA  
CONVENCIONAL EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS**

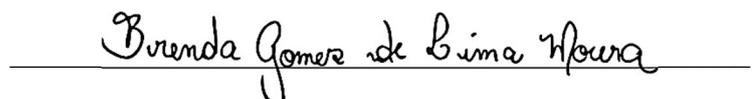
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Engenharia Civil da  
Universidade Estadual da Região Tocantina  
do Maranhão para o grau de bacharel em  
Engenharia Civil

Aprovado em: 03 / 08 / 2022

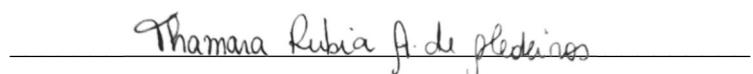
BANCA EXAMINADORA

  
**Profa. Ma. Ludimilla da Silveira Ferreira (Orientadora)**

Mestra em Engenharia Mecânica  
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão



**Profa. Ma. Brenda Gomes de Lima Moura**  
Mestra em Ciência dos Materiais  
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão



**Profa. Ma. Thamara Rubia Almeida de Medeiros**  
Mestra em Estatística  
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus por todas as bênçãos a mim concedida, a minha família, ao meu pai por todo apoio necessário e principalmente a minha mãezinha querida, que infelizmente não está mais presente fisicamente nessa terra, mas permanece viva para sempre em meu coração.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos a mim concedida, por ter me permitido chegar até aqui, sem Ele nada disso seria possível.

Ao meu querido pai, Raimundo Rodrigues, por seu amor incondicional, por não ter medido esforços pra que eu pudesse chegar até aqui, sempre confiando e acreditando em mim.

À minha amada mãezinha, Francineide Alves, que partiu para a glória, mas que em vida sempre me apoiou e ansiou por esse dia, sei que continua vibrando por mim, que você descanse em paz nos braços do Pai.

À minha família por todo apoio que me deram nesses anos, por sempre acreditarem em mim, principalmente a minha querida tia Vanda, que sempre me ajudou como pôde.

Ao meu grupo fiel de amigas, Viviane Carvalho, Maria Rebeca, Marly Cirqueira e Juliana Carvalho, as eternas Winx, que estiveram comigo durante toda a graduação e foram essenciais na minha caminhada.

Ao meu melhor amigo Victor Rangel, por estar comigo em todos os momentos da minha vida, sempre me apoiando e acreditando no meu potencial.

Às minhas fiéis parceiras Viviane Carvalho e Erica Santos, meu trio da vida, com quem compartilhei os melhores e os piores momentos nessa caminhada tão árdua, e continuarei compartilhando até o fim.

Ao meu namorado, Moises Oliveira, por estar do meu lado sempre, por todo amor e cuidado e por sempre me acalmar nos meus dias de ansiedade.

À minha querida e maravilhosa orientadora Profa. Ma Ludimilla da Silveira, pela sua orientação e por todo ensinamento compartilhado.

Aos meus professores por partilharem seus ensinamentos e conhecimentos profissionais durante essa longa caminhada, e a universidade por me permitir realizar o sonho da tão sonhada graduação em Engenharia Civil.

## RESUMO

A construção civil é considerada um dos setores econômicos brasileiros que estão em constante crescimento, sempre buscando e investindo em inovações, para através de novas tecnologia alinhar custo, tempo e sustentabilidade. Diante da necessidade de métodos construtivos que possuíssem características benéficas, como, bom desempenho, baixo custo, rapidez de execução, qualidade, foi inserido ao mercado da construção civil o painel monolítico de poliestireno expandido, EPS. O presente trabalho teve por objetivo descrever o sistema construtivo em painel monolítico de EPS, compreender a viabilidade da utilização desse sistema e expor as vantagens e desvantagens quando comparado ao método construtivo em alvenaria convencional na construção de habitações residenciais. A metodologia utilizada foi revisão bibliográfica no qual tem como caráter a pesquisa descritiva, o estudo foi dividido em quatro fases, que foram: definição da pergunta a ser respondida, a busca por evidências, definição da base de dados e fontes e a seleção dos artigos. Após o desenvolvimento e comparação dos sistemas estudados pôde-se observar vantagens do sistema monolítico em EPS em relação ao convencional, sendo superior tanto em relação ao custo benefício, execução e sustentabilidade. O sistema em EPS apresentou otimização no processo construtivo, se mostrando simples e rápido, quando comparado ao convencional, possui um ótimo conforto térmico e acústico, menos impacto ambiental, visto que o material utilizado é reciclável.

**Palavras-chaves:** Poliestireno Expandido; Sistemas Construtivos; Habitações Residenciais.

## **ABSTRACT**

Civil construction is considered one of the Brazilian economic sectors that are constantly growing, always seeking and investing in innovations, in order to align cost, time and sustainability through new technology. Faced with the need for construction methods that had beneficial characteristics, such as good performance, low cost, speed of execution, quality, the monolithic panel of expanded polystyrene, EPS, was introduced to the civil construction market. The present work aimed to describe the EPS monolithic panel construction system, understand the feasibility of using this system and expose the advantages and disadvantages in relation to the conventional masonry construction method in the construction of residential housing. The methodology used was a bibliographic review, which has the character of descriptive research, the study was divided into five phases, which were: definition of the question to be answered, the search for evidence, definition of the database and sources and the selection of articles. After the development and comparison of the studied systems, it was possible to observe advantages of the monolithic system in EPS in relation to the conventional one, being superior, both in terms of cost benefit, execution and sustainability. The EPS system presented optimization in the construction process, proving to be simple and fast, when compared to the conventional one, it has great thermal and acoustic comfort, less environmental impact, since the material used is recyclable.

**Keywords:** Expanded Polystyrene; Constructive Systems; Polystyrene

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Sistema de alvenaria convencional.....	16
<b>Figura 2:</b> Sistema de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.....	17
<b>Figura 3:</b> Sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto. ....	17
<b>Figura 4:</b> Sistema Steel Frame. ....	18
<b>Figura 5:</b> Sistema Wood Frame.....	19
<b>Figura 6:</b> Sistema com paredes estruturais.....	20
<b>Figura 7:</b> Esquema com alvenaria convencional de vedação. ....	22
<b>Figura 8:</b> Tipos de fundações. ....	23
<b>Figura 9:</b> Fundação tipo viga baldrame.....	23
<b>Figura 10:</b> Esquema de forma e concretagem de um pilar.....	24
<b>Figura 11:</b> Esquema de verga e contravergas.....	25
<b>Figura 12:</b> Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal. ....	26
<b>Figura 13:</b> Marcação das paredes a partir dos eixos de referência.....	26
<b>Figura 14:</b> Esquema de telhado de madeira com duas águas. ....	28
<b>Figura 15:</b> Esquema de colocação de caixa de PVC e eletroduto em parede de alvenaria. .	29
<b>Figura 16:</b> Esquema de instalação da tubulação hidrossanitária. ....	29
<b>Figura 17:</b> Esquema do painel monolítico de EPS.....	32
<b>Figura 18:</b> Características exigíveis para o poliestireno expandido.....	34
<b>Figura 19:</b> Esquema do painel monolítico de EPS.....	36
<b>Figura 20:</b> Fundação tipo radier. ....	38
<b>Figura 21:</b> Barras de aço fixadas na fundação para receber os painéis de EPS. ....	38
<b>Figura 22:</b> Fixação dos painéis nas ancoragens. ....	39
<b>Figura 23:</b> Painéis sendo aprumados.....	40
<b>Figura 24:</b> Reforço em telas tipo liso e U.....	41
<b>Figura 25:</b> Esquema de instalações elétricas e hidráulicas.....	42
<b>Figura 26:</b> Aplicação da primeira camada de revestimento. ....	43
<b>Figura 27:</b> Aplicação da segunda camada de revestimento.....	43
<b>Figura 28:</b> Rebocadora pneumática.....	44

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAPEX - Associação Brasileira do Poliestireno Expandido

CCT - Coeficiente de Condutibilidade Térmica

EPS – Poliestireno Expandido

NBR – Norma Brasileira

OSB - Oriented Strand Board

PS - Poliestireno

PVC – Policloreto de vinila

CFC - Clorofluorcarbonetos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1. OBJETIVOS .....	13
<b>1.1.1. Objetivo Geral</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>13</b>
1.2. JUSTIFICATIVA .....	13
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>15</b>
2.1. CONSTRUÇÃO CIVIL .....	15
2.2. PRINCIPAIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS.....	15
<b>2.2.1. Sistema de Alvenaria convencional ou de vedação</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2.2. Sistema de Alvenaria Estrutural</b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.3. Sistema Steel Frame</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.4. Sistema Wood Frame</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2.5. Paredes de concreto</b> .....	<b>20</b>
2.3. SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	20
2.4. SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL .....	21
<b>2.4.1. Processo Construtivo</b> .....	<b>22</b>
2.4.1.1. Fundação .....	23
2.4.1.2. Estrutura de concreto armado -vigas e pilares.....	24
2.4.1.3. Alvenaria de Vedação .....	24
2.4.1.3.1. <i>Marcação</i> .....	26
2.4.1.3.2. <i>Assentamento</i> .....	27
2.4.1.3.3. <i>Encunhamento</i> .....	27
2.4.1.4. Cobertura .....	27
2.4.1.5. Instalações Elétricas .....	28
2.4.1.6. Instalações Hidrossanitárias .....	29
2.4.1.7. Revestimentos .....	30
2.4.1.7.1. <i>Revestimento de parede</i> .....	30
2.4.1.7.2. <i>Revestimento de piso</i> .....	31
2.4.1.8. Esquadrias .....	31
2.5. SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS.....	31
<b>2.5.1. Poliestireno Expandido</b> .....	<b>32</b>
<b>2.5.2. Características do EPS</b> .....	<b>33</b>
<b>2.5.3. Propriedades do EPS</b> .....	<b>34</b>
2.5.3.1. Absorção de água .....	34
2.5.3.2. Propriedades térmicas.....	34
2.5.3.3. Propriedades mecânicas .....	35
<b>2.5.4. O Poliestireno Expandido e a construção civil</b> .....	<b>35</b>
<b>2.5.5. Processo Construtivo</b> .....	<b>36</b>
2.5.5.1. Fundação.....	37
2.5.5.2. Levantamento das paredes.....	38
2.5.5.3. Instalações.....	41
2.5.5.4. Revestimentos.....	42
2.5.5.5. Cobertura .....	44
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>50</b>
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem sido um dos setores econômicos brasileiros que estão em crescimento constante, buscando sempre mais inovações e investindo, para alinhar custo, tempo e sustentabilidade através de inovações tecnológicas. Diante da necessidade de se ter sistemas construtivos que apresentassem entre as suas características, alto desempenho, baixo custo, rapidez na execução e qualidade, foi inserido ao mercado construtivo o painel monolítico de poliestireno expandido (EPS) (FILHO *et al*, 2021).

São diversos os métodos construtivos existentes para a execução de edificações atualmente no setor da construção civil. Apesar do método da alvenaria convencional com bloco cerâmico ser o mais usado no Brasil, novas tecnologias vêm sendo utilizadas, como o wood frame, steel frame, alvenaria estrutural e paredes de concreto (PEREIRA, 2022), vale ainda destacar o método que utiliza painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS) (ALVES, 2015).

EPS é a sigla do poliestireno expandido, segundo a Norma DIN ISO-1043/78. No Brasil, é comumente conhecido como isopor, marca essa que foi registrada pela empresa Knauf Isopor Ltda. (JUNIOR; NETO, 2017). O EPS é um plástico celular que apresenta rigidez, no qual é obtido através da polimerização em água do estireno, utilizando o pentano, um hidrocarbureto que se degrada com rapidez pela reação fotoquímica gerada pelos raios solares, como agente expensor para a transformação do poliestireno. Além de não se utilizar o gás CFC ou qualquer outro semelhante em seu processo de produção, fazendo com que sua produção não comprometa o meio ambiente (ABRAPEX, 2020).

O EPS foi descoberto na Alemanha, no ano de 1949, pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz. É um produto sintético originado do petróleo, que no estado compacto, é um material rígido, incolor e inodoro, e derivado da natureza, tal como o aço. Só 0,1% do consumo total de petróleo é utilizado para a fabricação de EPS. (ABRAPEX, 2020).

O EPS possui uma espuma leve, porém rígida, por isso da habilidade de isolamento térmico e da alta resistência ao impacto. Possui ainda, além dessas características, alta capacidade de carga com baixo peso, estanque à passagem de água e vapor, elevada vida útil e baixa manutenção, o que proporciona e rapidez na construção e economia (TESSARI, 2006), e sua utilização na construção civil corresponde a uma tecnologia inovadora no mercado brasileiro (FILHO *et al*, 2021).

Os painéis de EPS são desenvolvidos para que possam distribuir de maneira uniforme todas as cargas da estrutura, o que o torna um sistema autoportante, onde as paredes fazem a

função estrutural, isso faz com que seja dispensável a necessidade das vigas e dos pilares (CARVALHO et al, 2021). Esse sistema permite que seja construído mais de um pavimento, em vista disso o tempo utilizado para se fazer um cômodo pode reduzir bastante quando comparado com o sistema construtivo convencional, uma vez que não é necessário secagem do material, além de conferir uma alta resistência diante dos meios já utilizados (COSTA, 2019).

A utilização dos painéis monolíticos é interessante na construção de habitações residenciais em razão de se ter uma boa produtividade no desempenho de execução. Porém é importante escolher bem o tipo de matéria prima que será utilizada, já que é possível alcançar vários tipos de EPS, o que resulta em densidades, massas e volumes diferentes, isso faz com que surjam várias classes e tipos de isopor de acordo com sua rigidez (TRAVEJO, 2018).

Diante das vantagens expostas a presente pesquisa tem como objetivo descrever o sistema construtivo convencional com bloco cerâmico e o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS e fazer uma comparação entre os dois sistemas.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Realizar uma análise comparativa entre os sistemas construtivos em alvenaria convencional e painéis monolíticos de EPS.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Analisar e descrever os passos de execução do sistema construtivo com painel monolítico de EPS;
- Analisar e descrever os passos de execução do método construtivo em alvenaria convencional, com bloco cerâmico;
- Expor as vantagens e desvantagens em relação ao uso dos painéis de EPS na construção de habitações residenciais

## 1.2. JUSTIFICATIVA

Com as novas tecnologias na construção civil, as empresas construtoras tem visto a necessidade de buscarem constantes melhorias, a fim de que sejam implementadas em suas obras. É cada vez mais notória a necessidade que os empreendimentos têm de buscarem

adequação e aplicação de sistemas de qualidade, onde o mesmo faça o controle de qualidade e melhorias contínuas para que conseqüentemente gere benefícios às pessoas que irão usufruir de suas residências no futuro. (FILHO *et al*, 2021).

A sustentabilidade tem sido um tema presente nas agendas nacionais e internacionais, devido a sua prática e desenvolvimento em resolver diversos problemas atuais e mesmo por possibilitar evitá-los no futuro, como por exemplo a redução da geração de resíduos e desperdícios (TAVARES; CONSTANTINO, 2021).

A sustentabilidade na construção civil tem por objetivo amenizar os impactos das edificações no ambiente construído e seu entorno. A concepção espacial de uma edificação implica em desde o escopo do projeto, construção e gestão, até os resultados futuros e seus impactos gerados no ambiente (STANT, 2020).

Diante da necessidade de sistemas construtivos que sejam cada vez mais eficientes nos quesitos rapidez, baixo custo, desempenho e qualidade, e sustentáveis, vem sendo cada vez mais inserido ao mercado construtivo o painel monolítico de EPS. Esse método construtivo vem sendo aplicado no canteiro de obras e tem oferecido bons resultados na sua aplicação (TESSARI, 2006).

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo serão abordadas informações gerais a cerca a construção civil e seus processos construtivos, sustentabilidade e descrição e comparação do processo construtivo convencional em alvenaria e do processo construtivo com painéis monolíticos de EPS.

### **2.1. CONSTRUÇÃO CIVIL**

A Construção civil está entre um dos principais setores industriais do Brasil, pode ser conceituada segundo a Receita Federal como a construção, a demolição, a reforma, a ampliação de edificação ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou ao subsolo (RIBEIRO, 2011).

A construção civil tem grande impacto no meio ambiente, desde a sua concepção, que engloba a extração de matéria prima, produção e transporte, até a sua chegada final do material na obra, utilização e descarte (SIENGE, 2020). Ribeiro, 2011 afirma que a busca por métodos inovadores de construção está intimamente relacionada a procura por sustentabilidade, condição pertinente na atualidade para o campo da construção civil. A construção civil é o setor que consome cerca de 40% a 70% da matéria prima produzida no planeta, o consumo de cimento atualmente chega a ser superior ao consumo de alimentos e o consumo de concreto, só não ultrapassa o consumo de água (SANOS, 2020).

A construção civil está entre os setores responsáveis pelo crescimento e sustentabilidade econômica no Brasil, a importância dessa indústria fica evidente devido ao seu impacto socioeconômico e ainda por estar na base do desenvolvimento e aprimoramento da infraestrutura do país (SIENGE, 2020).

### **2.2. PRINCIPAIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS**

São diversos os sistemas construtivos existentes para a construção de edificações atualmente no ramo da construção civil. Apesar do método da alvenaria convencional com bloco cerâmico ser o mais usado no Brasil, novas tecnologias estão sendo utilizadas, como o wood frame, steel frame, alvenaria estrutural e paredes de concreto (PEREIRA, 2022) e vale ainda ressaltar o sistema construtivo em painel monolítico de poliestireno expandido. Abaixo alguns dos sistemas construtivos mais conhecidos

#### **2.2.1. Sistema de Alvenaria convencional ou de vedação**

O sistema convencional de alvenaria de vedação é constituído por vigas, pilares e lajes de concreto armado, tais elementos são partes da estrutura de forma que contribuem para a

sustentação da edificação, e a alvenaria em si tem apenas a função de separar e vedar os ambientes, onde são utilizados para essa finalidade normalmente os blocos cerâmicos. (figura1). (PEREIRA, 2018).

Figura 1 – Sistema de alvenaria convencional.



Fonte: TOTAL CONSTRUÇÃO (2020).

Por ser um sistema que não necessita tanto de uma mão de obra especializada e na maiorias vezes qualificada, é o principal sistema utilizado no Brasil. Pereira 2018, cita algumas vantagens, como a disponibilidade de material e mão de obra, uma vez que são poucas as exigências em relação a qualificação da mão de obra; facilita a possível execução de futuras reformas e eventuais mudanças no projeto; suporta grandes vãos. E como desvantagens a geração de resíduos que são muitos; maior custo e tempo de execução.

Ainda segundo Pereira, 2018, a maior desvantagem seja em relação a não exigência de mão de obra tão qualificada, o que gera uma falsa impressão de que qualquer pessoa possa construir, o que leva a construções mal executadas, erros de projetos, podendo ocasionar futuras trincas e rachaduras nas construções.

### **2.2.2. Sistema de Alvenaria Estrutural**

O sistema de alvenaria estrutural, tem-se a união do sistema estrutural e a vedação da edificação, onde são utilizados blocos cerâmicos ou de concreto, materiais específicos para este fim (PEREIRA, 2018), conforme mostram as figuras 2 e 3.

Figura 2 – Sistema de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos.



Fonte: TOTAL CONSTRUÇÃO (2020).

Figura 3 – Sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto.



Fonte: PEREIRA (2018).

Tendo em vista que as paredes já são a estrutura da edificação, todos os projetos, arquitetônicos, hidrossanitários e elétricos, devem ser bem detalhados e compatibilizados entre

si (TOTAL CONSTRUÇÃO, 2020).

Esse sistema requer uma mão de obra qualificada, pois como as paredes são a estrutura que irá sustentar a toda a edificação, requer uma execução bem precisa, pois o desnivelamento das paredes pode ocasionar futuros acidentes. Para a construção de edifícios com mais de quatro pavimentos, é necessário a utilização de barras de aço juntamente com os blocos de alvenaria estrutural. (PEREIRA, 2018).

As vantagens desse sistema são: rapidez e facilidade na construção; mão de obra reduzida, uma vez que necessita de mão de obra mais qualificada; mais economia; menos desperdícios de materiais e consequentemente maior qualidade na execução (PEREIRA, 2018). Em relação as desvantagens, devido ao fato de as paredes serem estruturais, não podem ser removidas sem que haja a adição de um reforço estrutural para suprir as cargas (TOTAL CONSTRUÇÃO, 2020); limitações quanto a estética nos projetos arquitetônicos; e a limitação de vão livres (PEREIRA, 2018).

### 2.2.3. Sistema Steel Frame

O steel frame é um sistema construtivo industrializado e racional, também é chamado de construção seca, pois não utiliza água no canteiro de obras, exceto na etapa de fundação, além da geração mínima de resíduos. Sua estrutura é formada por perfis de aço galvanizado, seu fechamento pode ser feito por placas de madeira, cimentícias ou drywall, conforme mostra a figura 4 (PEREIRA, 2018).

Figura 4 – Sistema Steel Frame.



Fonte: PEREIRA (2018).

Apresenta vantagens como isolamento acústico e térmico; maior precisão na execução; apesar da utilização do aço, apresenta uma estrutura leve e possibilita grandes vãos, além de reduzir a quantidades de resíduos gerados nas obras e o desperdício (TOTAL CONSTRUÇÃO, 2020). Também apresenta algumas desvantagens como, a necessidade de uma mão de obra extremamente qualificada, o que torna a construção mais cara devido a dificuldade de encontrar tal mão de obra; limitação de pavimentos (PEREIRA, 2018).

#### 2.2.4. Sistema Wood Frame

São sistemas que utilizam perfis de madeira em sua estrutura, normalmente de reflorestamento, a exemplo do pinus (PEREIRA, 2018). É constituído por perfis de madeira maciça, contra ventados com chapas de OSB - (Oriented Strand Board) é uma placa formada por tiras de madeira, no qual são prensadas e coladas na mesma direção (CRUZ, 2021), e estruturas de madeira autoclavada, com a função de proteger a edificação contra cupins contra a umidade. (PEREIRA, 2018), conforme mostra a figura 5.

Figura 5 – Sistema Wood Frame.



Fonte: TOTAL CONSTRUÇÃO (2020).

Dentre as vantagens estão a agilidade na construção; canteiro de obras organizado e limpo; utilização de madeira de reflorestamento; bom desempenho térmico e acústico; além da redução da geração de resíduos. Apresenta desvantagens como a necessidade de uma mão de obra mais qualificada, o que torna a sua execução mais difícil; alto custo das peças de madeira e cuidado redobrado com as impermeabilizações. (PEREIRA, 2018).

### 2.2.5. Paredes de concreto

Esse sistema é formado por paredes estruturais maciças feitas de concreto armado. Essas paredes são concretadas com a ajuda de formas de madeira, conforme mostra a figura 6, montadas *in loco*, de acordo com as especificações do projeto arquitetônico (PEREIRA, 2018). As instalações elétricas e hidráulicas são embutidas, e não necessitam quebrar paredes ou realizar retrabalhos (TOTAL CONSTRUÇÃO, 2020).

Figura 6 – Sistema com paredes estruturais.



Fonte: TOTAL CONSTRUÇÃO (2020).

Tem como principais vantagens a resistência a altas temperaturas; baixo desperdícios de materiais além de apresentar alta produtividade. Apresenta como desvantagens a construção em pequena escala alto custo, visto que se tem a necessidade de muitas fôrmas, o que torna esse sistema mais caro; além de não apresentar um isolamento térmico e acústico considerável.

### 2.3. SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL

A sustentabilidade ao longo dos anos tem sido cada vez mais considerada por profissionais e empresas, que buscam agregar esse valor em seus serviços. No setor da construção civil não é diferente, visto que é um dos setores que mais lidam diretamente com recursos materiais que causam impactos na natureza. (STANT, 2020).

Com o crescimento demográfico acelerado, aumentam as necessidades de habitação, abastecimento de energia e água, melhorias nas infraestruturas de transporte e comunicação, tal crescimento mostra a importância do setor da construção, uma vez que é o setor mais consome recursos naturais.

Fiais e Souza (2017), afirmam que a indústria da construção civil é o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais, além de ser responsável pela utilização de energia de forma intensiva, o que acaba gerando grandes impactos ao meio ambiente, cerca de 50% da geração dos resíduos sólidos são advindos da construção.

A construção sustentável segundo Stant (2020), pode ser definida como um processo que tem como objetivo estabelecer o equilíbrio entre os ambientes construídos e os ambientes naturais, através da criação de referências e apontamentos que garantam o padrão de qualidade, dignidade humana e equidade econômica.

Stant (2022), afirma ainda que a construção é dos setores mais importantes para os países, além de ser um dos setores que mais consomem energia elétrica, água e demais recursos naturais, ou seja, conseqüentemente geram mais impactos ao meio ambiente. Dentro deste patamar, é válido ressaltar a importância de se aderir aos métodos de desenvolvimento sustentável, pois fazendo isso as matérias primas são preservadas, de forma a valorizar o renovável e o reciclável (TESSARI, 2006)

No setor da construção civil, os métodos construtivos utilizados passam por constantes avanços e inovações, uma vez que o desenvolvimento da ciência e tecnologia possibilitam novas experiências, a exemplo disto pode-se citar o material em EPS como um método de Inovação na construção de residências que a cada dia está ganhando destaque e credibilidade pelas vantagens ofertadas. (NEVES. *et al*, 2022).

Nesse sentido faz notoriedade da utilização do sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS, uma técnica construtiva que consiste na utilização de paredes em EPS, visando reduzir os insumos na obra, além do aperfeiçoamento do método no qual já está sendo empregado. Tal sistema teve sua origem com um projeto italiano de industrialização da construção, que foi desenvolvido para regiões suscetíveis a ocorrência de terremotos, com o objetivo de criar uma estrutura monolítica que não viesse a desmoronar e ainda possuísse elementos de isolamento térmico e acústico totalmente vedados de intempéries (ALVES, 2015).

#### 2.4. SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Segundo Santos (2020), o registro da primeira utilização de concreto armado foi na França, por volta de 1852, onde utilizaram vigotas para pequenas lajes, originando então o método construtivo mais utilizado no século XX. No Brasil os primeiros registros da utilização do concreto armado foram no início do século XX, no Rio de Janeiro, na época esse sistema era conhecido como cimento armado. A especialização desse sistema pelas empresas de construção só ocorreu apenas por volta de 1920.

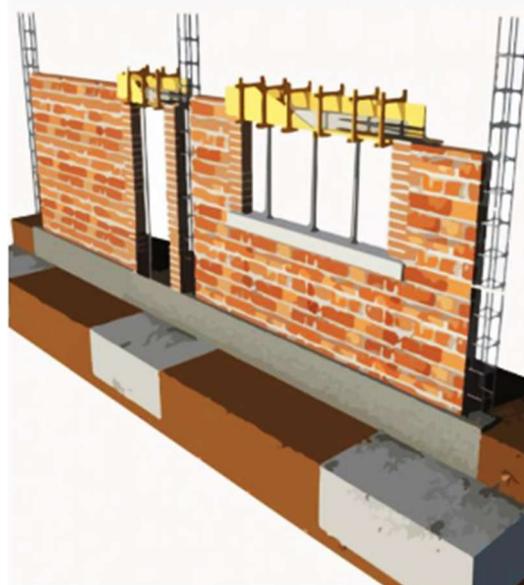
A alvenaria convencional ou alvenaria de vedação, segundo Thomaz (2009), é aquela que tem a finalidade de dividir espaços e/ou preencher vãos de estruturas de concreto armado, aço etc., Balbino (2020), define alvenaria convencional como construções realizadas com as estruturas de fundações, que são as vigas e pilares de concreto e moldadas com o auxílio de formas de madeira, utilizando os blocos de cerâmica como vedação da estrutura, onde são assentados com o uso da argamassa.

Balbino (2020), afirma ainda que, a alvenaria convencional é um sistema tradicional, no qual está radicado na cultura da construção no Brasil. É o método mais utilizado na construção de casa e edifícios, por se fazer o uso de materiais simples e de fácil obtenção, apesar dos custos que podem ser elevados dos materiais e mão de obra, além da baixa produtividade.

#### **2.4.1. Processo Construtivo**

No sistema construtivo em alvenaria convencional, tem-se a utilização de diversos materiais e diferentes processos executivos. Como material tem concreto, que é composto por água, agregado miúdo, agregado graúdo e ar, e a vedação que é formada por blocos cerâmicos, no caso os tijolos cerâmicos, argamassa e posteriormente o revestimento. (BALBINO, 2020). Na figura 7 tem-se um exemplo de uma estrutura em alvenaria de vedação convencional.

Figura 7 – Esquema com alvenaria convencional de vedação.



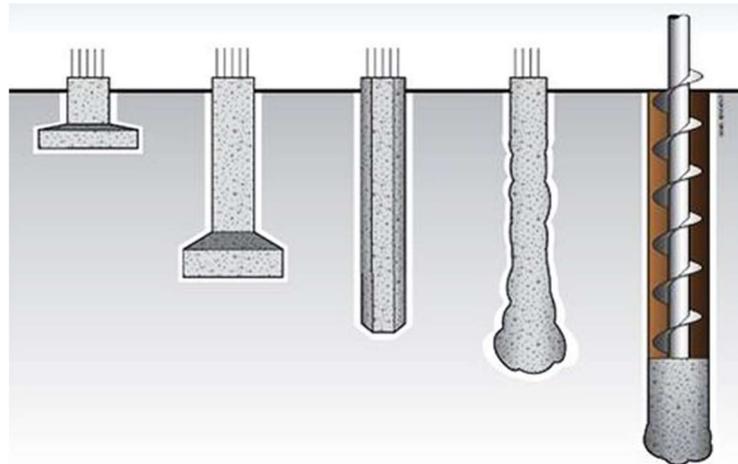
Fonte: PINHEIRO (2022).

#### 2.4.1.1. Fundação

Segundo a norma ABNT NBR 6122:2019 – *Projeto e execução de fundações*, a fundação de uma estrutura tem a função de transmitir as cargas da estrutura para o solo em forma de tensões. Existe dois tipos, as fundações rasas, que transmitem as cargas ao solo pela base, como as sapatas, radier, vigas baldrame, e as profundas, que transmitem as cargas para o solo pela base (resistência de ponta) ou pela sua superfície lateral (resistência de fuste), como as estacas, conforme mostra a figura 8.

As fundações mais utilizadas na construção de habitações residenciais são as fundações rasas, principalmente as vigas baldrame e o radier. A figura 9 mostra uma fundação do tipo viga baldrame.

Figura 8 – Tipos de fundações.



Fonte: PINHEIRO (2022).

Figura 9 – Fundação tipo viga baldrame.



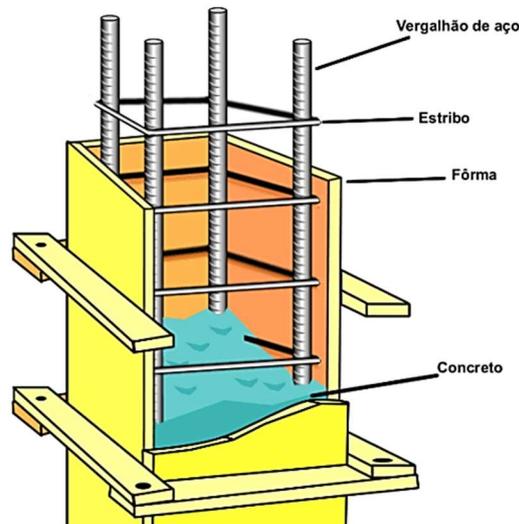
Fonte: CRUZ (2020).

#### 2.4.1.2. Estrutura de concreto armado -vigas e pilares

De acordo com Balbino (2020) os pilares podem ser classificados como elementos da estrutura onde estão dispostos em eixo vertical reto, devidamente aprumados, sujeitos predominantemente a compressão, onde são responsáveis por garantir a estabilidade da estrutura, uma vez que são responsáveis por conduzir os esforços atuante na construção até a laje de fundação (ABNT NBR 6118:2014 - *Projeto de estruturas de concreto — Procedimento*).

As vigas por sua vez, também agem de forma a garantir a estabilidade e contraventamento da estrutura, elas atuam na horizontal, são lineares (BALBINO, 2020) e segundo a norma ABNT NBR 6118:2014 seu comprimento longitudinal deve ser no mínimo três vezes a maior dimensão da seção transversal. Ainda segundo Balbino (2020), os pilares e a vigas, estruturas de concreto armado, formam o esqueleto da estrutura, a partir da qual se inicia a realização da alvenaria. A figura 10 mostra o esquema de montagem básica de um pilar, onde possui sua forma pronta com as devidas ferragens e estribos, pronto pra receber a concretagem.

Figura 10 – Esquema de forma e concretagem de um pilar.



Fonte: BALBINO (2020).

Após o desforme das vigas e pilares é importante que se faça a impermeabilização das vigas, uma vez que a ausência da impermeabilização na fundação pode ocasionar prováveis manchas de umidade ou mofos nas paredes provenientes do solo (BALBINO, 2020).

#### 2.4.1.3. Alvenaria de Vedação

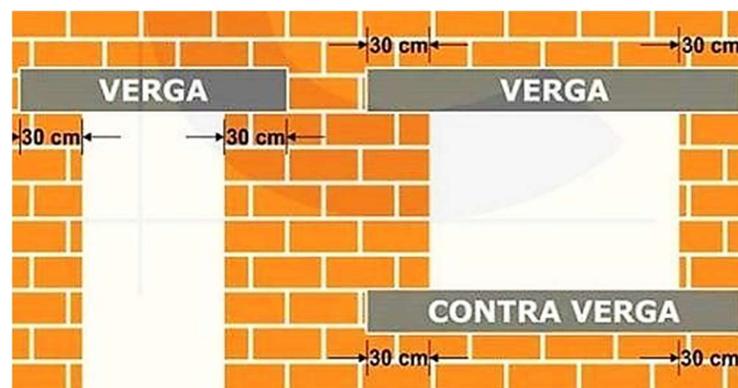
Segundo Azeredo (1997), alvenaria é toda obra constituída de pedras naturais, tijolos ou

blocos de concreto, que podem ser ou não ligados através de argamassas, normalmente devem oferecer condições de resistência e durabilidade e impermeabilidade. Os tijolos conferem a resistência e a durabilidade, enquanto que a impermeabilização é realizada por meio da utilização de produtos específicos para esse fim.

O sistema de alvenaria convencional pode ser classificado como sendo o conjunto de paredes, montadas em bloco cerâmico, unidas por argamassa, promovendo a separação entre os ambientes internos, além de promover proteção térmica e acústica. Dispondo de resistência mecânica e resistência contra água e o fogo. (BALBINO, 2020).

No processo de construção das paredes, é importante prevê as aberturas de portas e janelas, assim como os espaços para a posterior disposição das esquadrias. Nas aberturas das janelas faz-se necessário a colocação de vergas e contra vergas, uma barra superior e inferior respectivamente, e nas aberturas das portas são colocadas apenas vergas, esses elementos como mostra a figura 11. (BALBINO, 2020).

Figura 11 – Esquema de verga e contraverga.

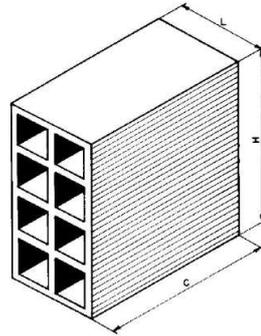


Fonte: LEAL (2020).

As vergas servem para redistribuir as cargas para os blocos adjacentes, o que impede que a carga incida diretamente sobre a esquadria, e as contravergas servem para distribuir o peso da esquadria para os blocos inferiores. Isso evita a aparição de trincas e fissuras.

O bloco cerâmico de vedação, segundo a norma ABNT NBR 15270-3:2005 - *Componentes cerâmicos Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio* – é o componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares as faces que contém, conforme mostra a figura 12.

Figura 12 – Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal.



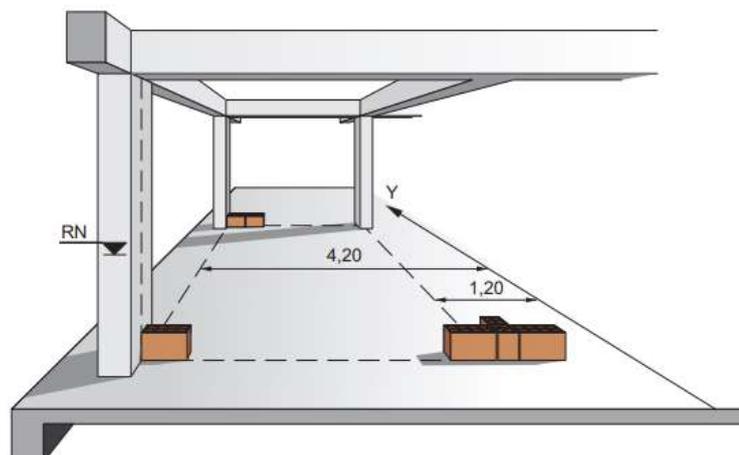
Fonte: ABNT NBR 7171:1992.

O assentamento das paredes, na maioria das edificações de portes menores, ocorre diretamente na fundação, normalmente em cima da viga baldrame ou no radier. (BALBINO, 2020). O processo executivo da alvenaria de classificação é dividido em marcação, assentamento e encunhamento, etapas que visam cumprir procedimentos especificados na norma ABNT NBR 8545:1984 - *Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento*.

#### 2.4.1.3.1. Marcação

A marcação deve ser iniciada preferencialmente pelas paredes de fachada e depois pelas paredes internas principais, o que inclui ainda as paredes de geminação entre apartamentos, paredes de elevadores, paredes de separação com áreas comuns, dentre outras. Após a definição da marcação, é iniciada a primeira fiada, sempre em pontos estratégicos, como canto de paredes, encontros e abertura. (THOMAZ, 2009). A marcação das paredes a partir dos eixos de referência é mostrado na figura 13.

Figura 13 – Marcação das paredes a partir dos eixos de referência.



Fonte: THOMAZ (2009).

A norma ABNT NBR 8545:1984 especifica ainda que as juntas de argamassa entre as fiadas devem ter no máximo 10 mm de espessura, além de não apresentar vazios.

#### 2.4.1.3.2. Assentamento

O assentamento da primeira fiada influencia a qualidade de todas as demais características da alvenaria, portanto deve ser realizada com cuidado, utilizando-se equipamentos de precisão, como por exemplo trena metálica, prumo de face, régua de alumínio, esquadros de braços longos, etc., antes do assentamento devem ser conferidas a presença e o posicionamento de eletrodutos, caixas de passagem, tubos de água etc. (THOMAZ, 2009).

Na elevação do restante da alvenaria as fiadas vão sendo executadas uma sobre as outras de forma que as juntas verticais sejam descontínuas. É recomendado a utilização de argamassas mistas, compostas por cimento e cal hidratada, para o assentamento, desde que atendam as exigências estabelecidas pela norma ABNT NBR 13281:2005 - *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos, requisitos* –, podendo ser tanto industrializadas quanto preparadas *in loco* na obra.

Mesmo com a impermeabilização da viga baldrame é recomendado a impermeabilização até a terceira fiada de tijolos, com impermeabilizante cimentício, principalmente nas áreas molhadas, onde é necessário ainda a impermeabilização do contrapiso e nas paredes até uma altura de 20 a 30 centímetros (BALBINO, 2020).

#### 2.4.1.3.3. Encunhamento

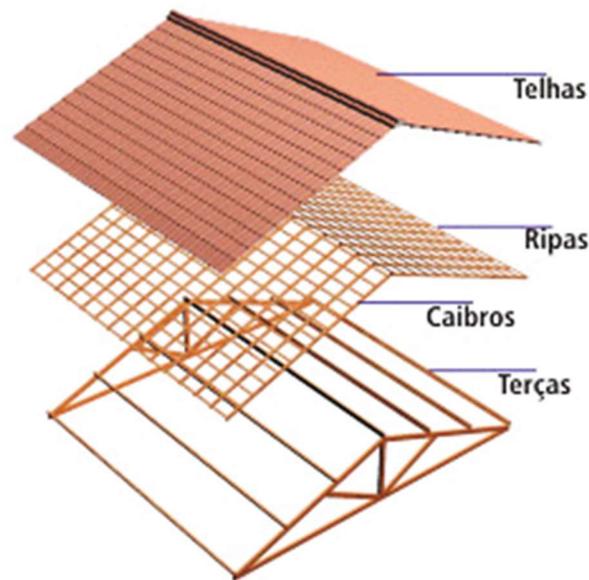
Para se evitar a aparição de fissuras na edificação que podem surgir devido a transmissão de alguns esforços para a alvenaria, entre a última fiada da alvenaria e a viga é realizado o encunhamento. Esse encunhamento pode ser feito por meio de cunhas de concreto, tijolos maciços, espumas expansivas ou ainda argamassa industrializada com aditivo expensor (BALBINO, 2020).

#### 2.4.1.4. Cobertura

A cobertura tem por finalidade proteger a edificação das intempéries do ambiente exterior, como água da chuva, vento e garantir conforto térmico. Balbino (2020) afirma que as coberturas mais comuns nas edificações residenciais são compostas por estruturas de madeira e telhas cerâmicas, de fibrocimento ou telhas de concreto. O telhado pode ser dividido em duas estruturas, o madeiramento e a cobertura em si, o telhamento.

O madeiramento por sua vez pode ser subdividido em armação, que é a parte estrutural, formado por tesouras ou treliças, cantoneiras etc., e trama, que é a parte da estrutura formada por terças, caibros e ripas, que uma vez apoiadas sobre a armação servem de apoio para as telhas (BALBINO, 2020). A figura 14 mostra o esquema básico de uma cobertura de uma edificação.

Figura 14 – Esquema de telhado de madeira com duas águas



Fonte: [www.acertnatelha.com.br](http://www.acertnatelha.com.br)

#### 2.4.1.5. Instalações Elétricas

O sistema de instalações elétricas pode ser compreendido como sendo o conjunto de circuitos ligados entre si, com o objetivo de distribuir a energia elétrica pela edificação, que vai desde a fonte geradora de energia até os pontos de transmissão para outros sistemas. (BALBINO, 2020).

Com o projeto elétrico em mãos é realizado a marcação de onde passarão os eletrodutos, após a marcação são executados cortes e rasgos nas paredes, para a passagem dos eletrodutos e para a fixação das caixas e quadros (CORSINI, 2016), o que gera resíduo e perda excessiva de material, e posteriormente é necessário fazer uma argamassa de cimento e areia para vedar os eletrodutos, conforme mostra a figura 15.

Figura 15 – Esquema de colocação de caixa de PVC e eletroduto em parede de alvenaria



Fonte: CORSINI (2016).

#### 2.4.1.6. Instalações Hidrossanitárias

O sistema de instalações no seu processo executivo não difere muito do processo das instalações elétricas. Segundo Balbino 2020, as instalações hidrossanitárias são instalações que tem como função abastecer toda a edificação com água, coletar e conduzir os efluentes gerados para o local destinado a despejo.

O procedimento de instalação consiste em realizar cortes e rasgos na alvenaria para a passagem das tubulações e conexões de acordo com as especificações do projeto hidrossanitário, o que gera resíduos, além de desperdício de materiais, como mostra a figura 16.

Figura 16 – Esquema de instalação da tubulação hidrossanitárias.



Fonte: [www.habitissimo.com.br](http://www.habitissimo.com.br).

Após a instalação segue-se com a vedação dos recortes e posterior instalação dos registros e proteções hidráulicas, que servirão de base para a a colocação das torneiras e acabamento (BALBINO, 2020).

#### 2.4.1.7. Revestimentos

Após a finalização da elevação das paredes e finalização das instalações elétricas e hidrossanitárias, é realizado a etapa do revestimento. São diversos os tipos de revestimentos, vão desde o chapisco até o de acabamento final. Será mostrado as três etapas básico do revestimento, chapisco, emboço e reboco, além do revestimento básico de piso.

##### 2.4.1.7.1. *Revestimento de parede*

O revestimento básico é dividido em chapisco, que é uma camada fina cuja função é proporcionar uma maior aderência entre a alvenaria e o revestimento posterior, emboço, que é utilizado para regularizar a superfície do chapisco e o reboco, na qual confere a camada de acabamento. Nas paredes onde serão assentadas cerâmicas não é necessária a camada final do reboco, apenas o chapisco e emboço, que por sua vez conferem uma camada única (PEREIRA, 2019).

O chapisco é a primeira camada do revestimento, é a parte da argamassa que está em contato com a própria alvenaria, ela é aplicada com o intuito de criar uma superfície áspera o suficiente para garantir uma maior aderência do emboço, camada posterior. Sua preparação consiste na mistura de areia grossa e água, com um traço de 1:3, deixando sua textura viscosa e fluida, o que facilita a penetração da pasta na parede a ser revestida (PEREIRA, 2020).

O emboço é aplicado sobre o chapisco, para nivelar a superfície, com o objetivo de preparar a parede para receber o reboco e posterior pintura, ou para o assentamento de revestimento cerâmico. Normalmente o traço executado é o 1:2:8 ou 1:2:9, constituído de cimento, cal, areia grossa ou média e água, a utilização da cal é pra garantir a pasta maior flexibilidade e melhor aderência e trabalhabilidade (PEREIRA, 2020).

O reboco por fim é a última camada a do revestimento, o traço recomendado é o 1:2:6, de cimento, cal, areia fina e água, para garantir uma boa qualidade.

A norma ABNT NBR 7200:1998 - *Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento*, especifica um cronograma de execução das camadas do revestimento, que são: para a aplicação do chapisco deve-se aguardar o tempo de 14 dias da elevação da alvenaria, após a aplicação do chapisco aguardar mais tres dias para a aplicação do emboço, salvo para locais com clima quente e seco, com temperatura acima de 30°C, onde pode

ser reduzido para dois dias, e 21 dias após a aplicação do emboço para a aplicação do reboco.

#### 2.4.1.7.2. *Revestimento de piso*

O contrapiso tem como finalidade preparar a superfície da edificação regularizando-a para receber o piso de acabamento final, é o primeiro revestimento de piso da edificação. Tem ainda a função de ajudar no aumento da resistência do conjunto piso e contrapiso. Pode ser comparada com o emboço da alvenaria. (BALBINO, 2020)

#### 2.4.1.8. Esquadrias

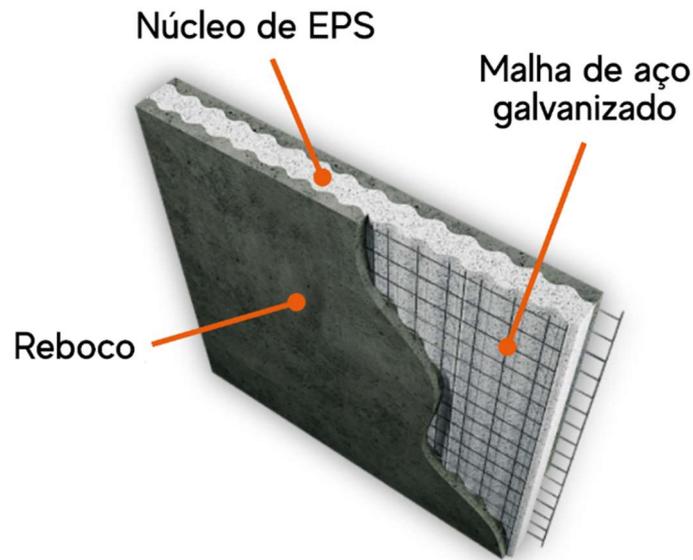
A alvenaria já é levantada deixando-se os vãos onde serão as portas e janelas, embasadas de acordo com as dimensões das esquadrias que serão instaladas conforme projeto arquitetônico, bem como a instalação de contramarco e as folgas para o assentamento de peitoris. Determinado o vão, deve-se iniciar com o requadro do capiaço e a fixação das pingadeiras em janelas e das soleiras no caso das portas.

Os batentes das portas devem ser instalados previamente, conferindo sempre o prumo e o nivelamento das peças que serão instaladas, conferindo um perfeito funcionamento das esquadrias.

### 2.5. SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MOLOLITICOS DE EPS

O sistema construtivo com painéis monolíticos de EPS, é uma técnica construtiva de origem italiana, que consiste na utilização de painéis modulares pré fabricados, leves, composto por duas malhas de aço galvanizado e uma alma poliestireno expandido conforme mostra a figura 17, no qual foi criado para utilização em regiões suscetíveis a ocorrência de terremotos, além da proteção contra a ação de intempéries e isolamento térmico e acústico (ALVES, 2015).

Figura 17 – Esquema do painel monolítico de EPS.



Fonte: MONOLITE BRASIL (2021).

As construções onde há a utilização dos painéis de EPS, seja para a construções de paredes de vedação ou estrutural, consistem em um sistema construtivo capaz de promover a economia no consumo dos materiais, além de constituir um sistema com componentes mais leves e com resistência para suportar os esforços requisitantes do conjunto da obra (BALBINO, 2020).

Os sistemas construtivos em EPS geram uma economia que é considerada significativa nos projetos estruturais das obras, assim como na logística, pois reduzem o desperdício. O isopor reciclado, quando agregado a outros materiais, pode ser transformado, dentre outras coisas, em tijolo leve poroso, argamassa e concreto leve, aproveitável em qualquer parte da construção convencional que não exija materiais de alta resistência. Grande parte desse potencial se perde pela dificuldade em fazer o resíduo de EPS sair da residência do consumidor e voltar à indústria transformadora (TESSARI, 2006).

### 2.5.1. Poliestireno Expandido

O Poliestireno Expandido tem como sigla internacional o EPS (Expanded Polystyrene). Surgiu na Alemanha, descoberto pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz, em 1949 (MARTINS; ARAÚJO, 2020). No Brasil, o EPS surgiu nos anos de 1960, mais comumente conhecido como Isopor, marca que foi registrada pela empresa Knauf Isopor Ltda.

A ISO DIN 1043/78 define o EPS como um plástico celular rígido que resulta da polimerização da água e do poliestireno. Na produção deste material não se utiliza gás CFC

(Clorofluorcarboneto), sendo esta uma vantagem em favor da sustentabilidade. Nesse caso, o agente expensor usado é o Pentano (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>), um hidrocarboneto que não agride o meio ambiente (CARVALHO et al, 2021).

O EPS é regularmente utilizado em obras de estradas, pontes, ferrovias, prédios e residências desde os anos 60 (BALBINO, 2020). Nos últimos tem ganhado uma posição estável na construção civil, além de suas características isolantes, outras características como sua leveza, resistência e fácil manuseio, tem ajudado nesse processo. Proporciona ainda uma economia no corte, mão-de-obra, equipamentos e tempo de execução.

### 2.5.2. Características do EPS

Dentre as principais características do isopor responsáveis pela sua vasta variabilidade de utilização são, segundo a Abrapex (2000):

**Baixa condutibilidade térmica** - a estrutura de células fechadas, cheias de ar (97% de seu volume), impedem a passagem do calor o que confere ao isopor um grande poder isolante

**Leveza** - as densidades do isopor chegam a variar entre os 10 – 30 kg/m<sup>3</sup>.

**Resistência mecânica** – possui alta resistência mecânica, no qual permite a sua utilização onde esta característica é necessária. Sua resistência à compressão normalmente varia de 7000 kgf/m<sup>2</sup> até 14000 kgf/m<sup>2</sup>.

**Baixa absorção de água** - o isopor não é higroscópico. Ou seja, ainda que esteja submerso em água o isopor absorve poucas quantidades de água. Essa é uma propriedade que faz com que o isopor não altere as suas características mecânicas e térmicas quando submetido a umidade.

**Fácil de manusear e colocar** - o isopor é um material onde se trabalha com as ferramentas disponíveis habitualmente. O baixo peso do isopor facilita o seu manuseamento dentro da obra. Todas as operações de movimentação e colocação resultam significativamente encurtadas.

**Econômico** – levando-se em consideração os parâmetros como as quebras, baixo peso, mão de obra, manuseio, transporte, armazenagem, a embalagem em isopor resulta economicamente vantajosa.

O Poliestireno expandido deve ser utilizado conforme determina a Norma NBR 11752:2007 - *Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e em câmaras frigoríficas – que determina a densidade*. Ele é produzido em duas versões, Classe P, que é não retardante a chama e a Classe F, que é retardante a chama, além de

apresentar três grupos de massa específica diferente, conforme mostra a figura 18.

Figura 18 - Características do poliestireno expandido.

Propriedades	Método de ensaio	Unidade	Classe P			Classe F		
			I	II	III	I	II	III
Tipo de material		-						
Massa específica aparente	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	13 - 16	16 - 20	20 - 25	13 - 16	16 - 20	20 - 25
Resistência à compressão com 10% de deformação	NBR 8082	kPa	~ 60	~ 70	~ 100	~ 60	~ 70	~ 100
Resistência à flexão	ASTMC-203	kPa	~ 150	~ 190	~ 240	~ 150	~ 190	~ 240
Absorção de água	NBR 7973	g/cm <sup>2</sup> x 100	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
Permeabilidade ao vapor d'água	NBR 8081	ng/Pa.s.m	- 7	- 5	- 5	- 7	- 5	- 5
Coefficiente de condutividade térmica a 23°C	NBR 12094	W/(m.k)	0,042	0,039	0,037	0,042	0,039	0,037
Flamabilidade	NBR 11948		Material não-retardante à chama			Material retardante à chama		

Fonte: NBR 11752/1993.

### 2.5.3. Propriedades do EPS

#### 2.5.3.1. Absorção de água

O EPS não é higroscópico, quando é submerso em água ele apenas absorve pouca água, isso ocorre devido à sua estrutura de células fechadas e também ao fato de as paredes celulares serem praticamente impermeáveis, ou seja, o isopor volta a seca novamente facilmente, sem perder nenhuma das suas propriedades. (ABRAPEX, 2000)

Tal propriedade é importante, devido ao fato de a água prejudicar na capacidade de isolamento de um material isolante térmico. No caso do isopor, devido a sua fraca absorção de água, este mantém grande parte de sua capacidade de isolamento. (ABRAPEX, 2000)

#### 2.5.3.2. Propriedades térmicas

O EPS tem como propriedade mais importante a capacidade de resistir à passagem do calor. Devido ao fato da sua estrutura celular, ser constituída de células fechadas. Sua espuma é composta de 98 % de ar e 2% de poliestireno, por esse motivo é um bom isolante térmico, devido a sua capacidade de manter, permanentemente, uma grande quantidade de ar, quase imóvel, dentro das suas células (SANTOS, 2008).

A capacidade de isolamento térmico é expressa no Coeficiente de Condutibilidade Térmica (CCT), medido em [W/m°C]. Para se obter um efeito isolante numa aplicação construtiva, para além do CCT o outro fator determinante é a espessura da camada isolante empregue. O CCT do EPS depende principalmente da sua massa volumétrica, diminuindo com o aumento da massa volumétrica. Para efeito de cálculo, o valor do CCT do EPS é de 0,04

[W/m°C]. Assim com um emprego de massa volumétrica apropriada, de matérias primas específicas, bem como adaptação das condições de fabrico, é possível a obtenção de valores de CCT inferiores (SANTOS, 2008).

#### 2.5.3.3. Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas se relacionam com o manuseamento e aplicação, nas quais são as resistências à compressão, flexão, tração e à fluência sob compressão.

Os valores da resistência se relacionam com a massa volumétrica do EPS. De forma geral, os valores aumentam linearmente com a massa volumétrica. Com o aumento da força de compressão, o limite de elasticidade é superado e é verificada uma deformação definitiva de parte das células, porém elas não se rompem. Em aplicações de deformação permanente do EPS, deve-se escolher a massa volumétrica para que se obtenham valores de compressão inferiores a 1% em longo prazo (SANTOS, 2008).

#### 2.5.4. O Poliestireno Expandido e a construção civil

Devido ao fato de ser um material plástico encontrado na forma de espuma com micro células fechadas, formado por 2% de poliestireno e 98% de ar, não poluente, passível de reciclagem, de coloração branca, estável fisicamente, todas essas características tornam o poliestireno expandido como sendo em excelente material isolante (TESSARI, 2006).

A elaboração de normas regulamentadoras para tal material se tornou fundamental, assim como qualquer outro insumo da construção civil. Portanto, se faz possível citar as seguintes normas 60 (BALBINO, 2020):

- NBR 7973/2007 – Poliestireno expandido para isolamento térmico – Determinação de absorção de água;
- NBR 8081/2015 – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico – Permeabilidade ao vapor de água;
- NBR 8082/1983 – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico – Resistência à compressão – Método de ensaio;
- NBR 11752/1993 – Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial;
- NBR 11948/2007 – Poliestireno expandido para isolamento térmico – Determinação da inflamabilidade;
- NBR 11949/2007 – Poliestireno expandido para isolamento térmico – Determinação da massa específica aparente;

- NBR 12094/1991 – Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico – Determinação da condutividade térmica – Método de ensaio.

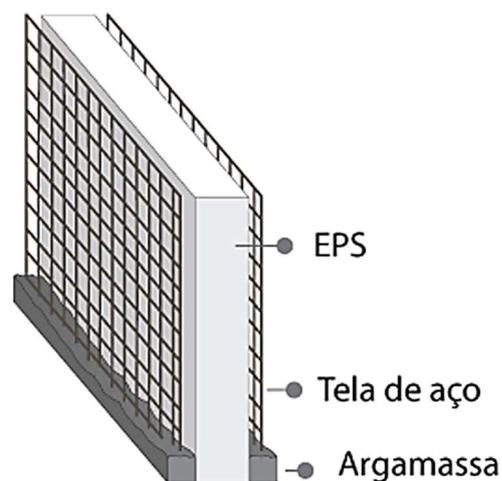
Dentre as utilizações do EPS na construção civil, faz -se notoriedade da sua utilização em processos construtivos, como os painéis monolíticos de EPS, uma técnica construtiva que consiste na utilização de paredes em EPS, que visa reduzir os insumos na obra, além de conferir maior economia e rapidez na execução.

Tal sistema teve sua origem com um projeto italiano de industrialização da construção, que foi desenvolvido para regiões suscetíveis a ocorrência de terremotos, com o objetivo de criar uma estrutura monolítica que não viesse a desmoronar e ainda possuísse elementos de isolamento térmico e acústico totalmente vedados de intempéries (ALVES, 2015)

### 2.5.5. Processo Construtivo

Os painéis de EPS são formados por uma placa de EPS envolto por duas malhas de aço eletro soldadas, revestidos de argamassa. O sistema consiste em uma placa de EPS e duas telas de aço, com fio galvanizados podendo variar de 3,4 mm a 5,0 mm e com o espaçamento de abertura entre as malhas de 10 cm x 10 cm ou 15 cm x 15 cm. As telas são posicionadas nas faces da placa de modo a formar um sanduíche (DUARTE; CARNEIRO, 2015), conforme mostra a figura 19.

Figura 19 – Esquema do painel monolítico de EPS.



Fonte: [www.atosarquitetura.com.br](http://www.atosarquitetura.com.br).

A espessura mínima para o painel é de 6,0 cm, mas usualmente é utilizado 9,0 cm para

juntamente com a finalização do revestimento, chapisco e reboco, a parede ficar com a espessura de 15 cm, para facilitar a padronização de portas e janelas (DUARTE; CARNEIRO, 2015).

A montagem dos painéis pode ser feita manualmente, no próprio local da obra, iniciando com o corte do EPS, montagem da tela eletro soldada e posterior aplicação da camada de revestimento de argamassa, ou então podem ser painéis produzidos de forma industrializada, no qual é provido de placas laminadas e com as telas de aço eletro soldadas, e levadas ao canteiro de obra apenas para o posicionamento dos painéis na fundação e posteriormente aplicado o revestimento, o que facilita e agiliza o processo construtivo. ((DUARTE; CARNEIRO, 2015; BALBINO, 2020; COSTA, 2019).

O processo construtivo com painéis de EPS dispensa a utilização de pilares e vigas em sua estrutura, por se tratar de painéis autoportantes desenvolvidos com o objetivo de distribuir as cargas uniformemente sobre a fundação (ALVES, 2015).

#### 2.5.5.1. Fundação

O tipo de fundação a ser utilizada em uma obra é definida por meio de cálculo estrutural após a análise do terreno e das características do solo, por meio de ensaios de análise do solo. Por se tratar de uma estrutura leve, variando entre 2,5 Kg/m<sup>2</sup> a 4,0 Kg/m<sup>2</sup>, esse sistema não necessita de fundações tão profundas, podendo ser do tipo sapata ou radier, sendo o radier a mais comum (COSTA, 2019).

A resistência característica do concreto segundo a norma ABNT NBR 6118:2014 pode ser definida em razão dos aspectos de durabilidade e resistência natural. A fundação é executada com concreto fck de 20 Mpa com espessura de 18 cm, de acordo com as especificações de projeto. A armadura utilizada é constituída geralmente por uma malha de aço CA-60, soldada, com espaçamentos de 10 cm x 10 cm (BALBINO, 2020; COSTA, 2019). Os elementos hidrossanitários, elétricos, de comunicação e outros, são posicionados antes de iniciar a fundação, (BALBINO, 2020). A figura 20 mostra uma fundação do tipo radier.

Figura 20 – Fundação tipo radier.



Fonte: [www.aecweb.com.br](http://www.aecweb.com.br)

#### 2.5.5.2. Levantamento das paredes

Logo após a concretagem da fundação é indicado o processo de levantamento das paredes, que consiste na montagem da base e o alinhamento e aprumo dos painéis para levantamento das paredes. São fixadas barras de vergalhão de 8 mm de diâmetro, aço CA-50, espaçadas geralmente de 30 a 50 cm, engastadas na fundação com pelo menos 10 cm, e que ultrapasse a fundação em no mínimo 30 cm de altura. A fixação das barras pode ser feita após a concretagem do radier, efetuando furos na fundação, fixando as barras com a utilização de adesivo epóxi ou selante PU para ancoragem estrutural (BALBINO, 2020), conforme mostra a figura 21.

Figura 21 – Barras de aço fixadas na fundação para receber os painéis de EPS.



Fonte: [www.isorecort.com.br](http://www.isorecort.com.br)

Após a fixação das barras na fundação é iniciado a fixação dos painéis nas ancoragens, a fixação é feita com o auxílio de um grampeador com grampos de aço CA-60 ou apenas arame recozido. A montagem pode ser realizada por poucos funcionários devido a leveza dos painéis. Após a fixação dos painéis é necessário se fazer o alinhamento dos painéis e verificar se o prumo está correto. Para isso é necessário a fixação de réguas que são dispostas horizontalmente nos painéis a cerca de 2 m de altura do piso. Escoras reguláveis são colocadas na diagonal e perpendicular às réguas, espaçadas de 3 a 4 metros uma da outra, de forma que fiquem reguladas garantido assim a verticalidade dos painéis. (BALBINO, 2020; COSTA, 2019).

As figuras 22 e 23 mostram o como fica o esquema de montagem dos painéis nas ancoragens e como eles são apumados, respectivamente.

Figura 22 – Fixação dos painéis nas ancoragens.



Fonte: ALVES (2015).

Figura 23 – Painéis sendo aprumados.



Fonte: [www.isorecort.com.br](http://www.isorecort.com.br)

Alves (2015) afirma que no sistema construtivo com painéis de EPS existem três categorias básicas de reforços, onde são feitos com malha de aço galvanizado, que são o reforço em L, U e reforço liso. A função desses reforços como o próprio nome já diz é reforçar a estrutura para evitar possíveis danos nos pontos críticos da estrutura, como encontro de paredes, e cantos de portas e janelas.

Em relação as aberturas de portas e janelas é necessário fazer um reforço nos cantos, podendo ser feito com as mesmas telas de aço galvanizado utilizado nos painéis, conforme mostra a figura 24. O reforço liso, como é chamado é utilizado com o objetivo de dissipar as tensões nesses pontos, evitando assim a aparição de fissuras (ALVES, 2015).

Figura 24 – Reforço em telas tipo liso e U.



Fonte: ALVES (2015).

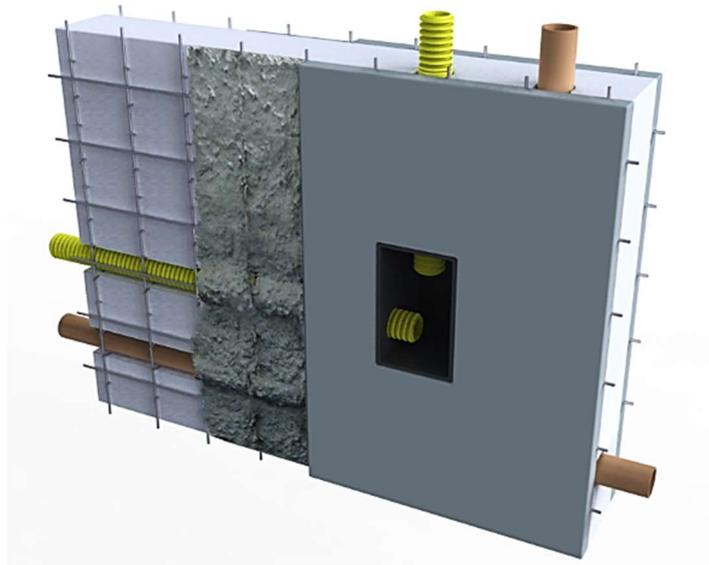
O reforço em L é aquele utilizado nos cantos e em encontros de paredes. E o reforço em U é utilizado nas aberturas de portas e janelas, são análogas as vergas e as contra vergas do sistema de alvenaria convencional, onde são usadas para impedir que a aplicação do revestimento seja diretamente no bloco de EPS (ALVES, 2015).

#### 2.5.5.3. Instalações

Após a fixação dos painéis e os devidos alinhamentos, dá-se início as instalações dos sistemas hidráulicos e elétricos. Esse processo é otimizado pelo fato de não precisar quebrar paredes como no sistema construtivo convencional, descartando a geração de resíduos e sujeira na obra.

O processo de instalação se inicia com a demarcação nos painéis das passagens dos canos e eletrodutos, e dos locais onde ficarão os componentes elétricos e saídas de hidráulica, e com o auxílio de um soprador térmico para fazer a abertura das cavidades e posterior instalação dos eletrodutos e tubulações em geral debaixo da tela de aço, montando todo o conjunto antes do revestimento (ALVES, 2015; BALBINO, 2020). A figura 25 mostra o esquema final das instalações dos componentes elétricos e hidrossanitários.

Figura 25 – Esquema de instalações elétricas e hidráulicas.



Fonte: [www.portalconstrucaofacil.com.br](http://www.portalconstrucaofacil.com.br)

O processo de abertura das cavidades para a instalação não altera a segurança estrutural do sistema, uma vez que ocupam uma pequena área dentro dos painéis. Para futuras reformas ou manutenção das instalações, a execução se dá como no sistema construtivo em alvenaria convencional, porém é necessário reinstalar a malha de aço e em seguida o revestimento e acabamento final (BALBINO, 2020).

#### 2.5.5.4. Revestimentos

O revestimento de argamassa a ser aplicado nos painéis devem ter alta resistência, baixa retração e ser fácil de aplicar, apresentando fluidez e plasticidade adequada, o traço utilizado varia de 1:3 a 1:4,5, a relação água-cimento, o que pode variar ainda dependendo da resistência desejada para a argamassa (BERTOLDI, 2007).

A fase de revestimento se dá em duas etapas, aplicação da primeira camada na qual preenche a superfície do EPS com microconcreto até que se cubra toda a tela metálica e posteriormente após a cura da primeira camada é aplicada a segunda camada, conferindo o acabamento do reboco. Bertoldi (2007) afirma que durante o processo de cura é importante que se mantenha a umidade da superfície, por pelo menos 24 horas da aplicação, o que previne a aparição de possíveis fissuras devido a retração da argamassa. É necessário o auxílio de mestras (responsáveis pelo nivelamento correto). Para a delimitação final do microconcreto (COSTA, 2019). As figuras 26 e 27 mostram a aplicação da primeira e segunda camada de revestimento respectivamente.

Figura 26 – Aplicação da primeira camada de revestimento.



Fonte: BALBINO (2010).

Figura 27 – Aplicação da segunda camada de revestimento.

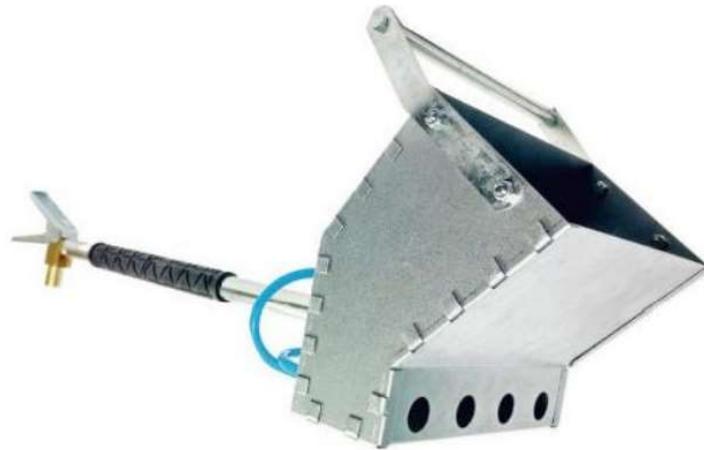


Fonte: BALBINO (2010).

É importante que as mestras estejam alinhadas corretamente e apumadas, devem estar dispostas de forma que tenham uma espessura mínima de 3,5 cm, igual para as duas faces do painel, visto que a diferença de espessura no revestimento das faces pode ocasionar retração diferencial (COSTA, 2019). A aplicação da camada de revestimento pode ser realizada de

forma manual como no sistema de alvenaria convencional, ou com o auxílio uma rebocadora pneumática, mostrada na figura 28.

Figura 28 – Rebocadora pneumática.



Fonte: ALVES (2015).

Após a aplicação da camada de revestimento e seus acabamentos, a união dos elementos EPS, tela metálica e argamassa, formam um sistema monolítico, onde a sua resistência a compressão chega a ser 30% acima das alvenarias convencional em blocos cerâmicos (BALBINO, 2020).

#### 2.5.5.5. Cobertura

Após a finalização de todas as camadas de revestimentos dá-se início a cobertura, podendo ser laje ou através de telhados leves. O processo é diferente do método convencional, pois dispensa o uso de telhas cerâmicas e estrutura de madeira. (BALBINO, 2020).

Para a cobertura pode ser utilizado a laje fácil de EPS, que tem espessuras de 9 cm a 30 cm, no qual dispensa a utilização de vigas concretadas (ALVES, 2015), e a laje treliçada unidirecional de EPS de 10 cm (COSTA, 2019).

Para o emprego de telhas o mais recomendado são as telhas termoacústicas, também conhecidas como telhas do tipo sanduíche, na qual é composta por duas chapas de material metálico, o zinco, e um núcleo de material isolante térmico, podendo ser tanto o próprio EPS quanto a espuma de poliuretano (ALVES, 2015).

### 3. METODOLOGIA

No presente trabalho a metodologia a utilizada foi revisão bibliográfica no qual tem como caráter a pesquisa descritiva, baseado em assuntos relacionado ao tema proposto, a qual visa descrever o método construtivo em painéis monolíticos de EPS e a sua aplicabilidade, com a finalidade de apresentar suas características, vantagens e desvantagens.

Quanto aos procedimentos técnicos a presente pesquisa foi ser classificada como uma pesquisa bibliográfica, onde foi desenvolvida com base em materiais já elaborados, constituído principalmente de livros, artigos científicos, teses e dissertações.

Este estudo foi desenvolvido de acordo com as fases descritas, conforme apresentado a seguir:

- Definição da pergunta a ser respondida: A utilização do sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS é segura e eficiente?
- Busca por evidências:
  - Definição das palavras chaves: Construção Civil; Sustentabilidade; EPS; Casa de Isopor.
- Definição do banco de dados e fontes:
- Base de dados: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Google Acadêmico
  - Fonte de dados:

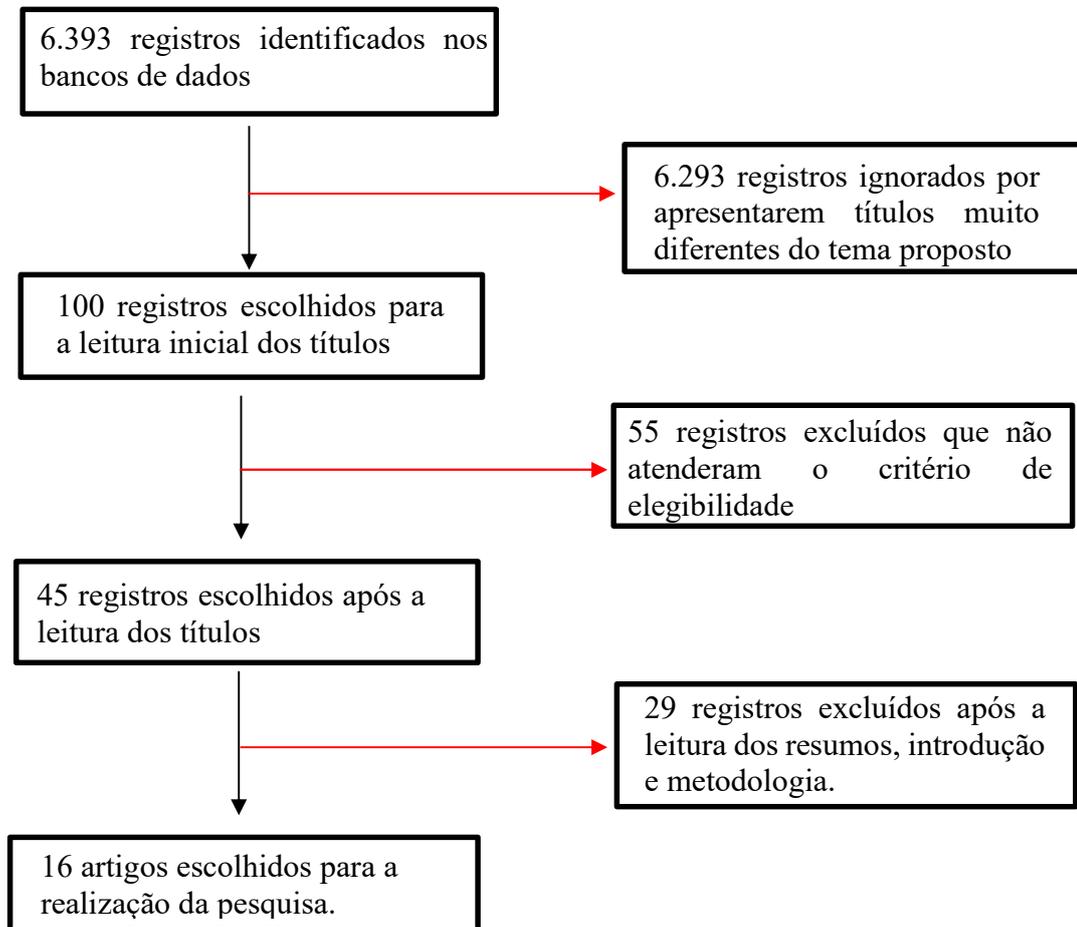
Artigos científicos, teses e dissertações acerca do tema publicados de 2012 a 2021, porém não descartando por completos documentos de anos anteriores que se mostraram interessantes para a construção deste trabalho, que tivessem os termos de busca incluídos no campo: título, palavras-chaves ou resumo.

- Seleção dos artigos:

No banco de dados Google Acadêmico, utilizando as palavras chaves já descritas anteriormente, obteve-se 6.290 resultados. Foram lidos apenas os títulos dos 100 primeiros resultados, pois a medida que ia avançando no campo de busca, os títulos iam ficando cada vez mais distante do tema da pesquisa. Após a leitura dos títulos foi escolhido inicialmente 45 artigos. Depois passou-se para uma leitura mais aprofundada dos artigos, incluindo a leitura dos resumos, introduções e metodologia, e assim foi escolhido 16 artigos que tivessem relevância para a pesquisa.

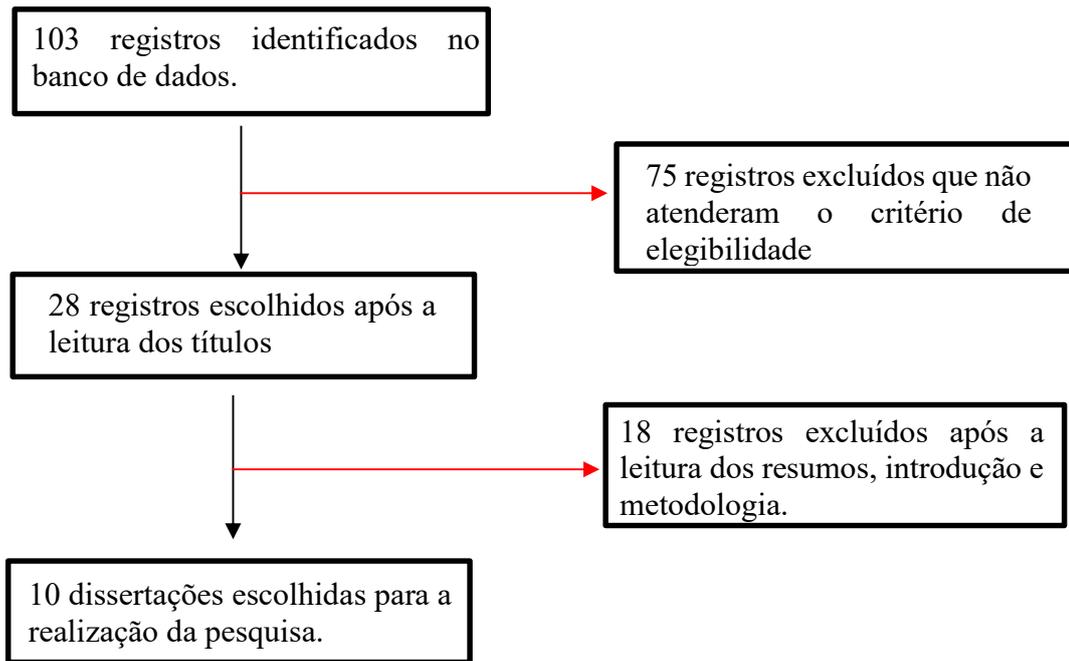
O fluxograma abaixo apresenta o processo de seleção dos artigos no banco de dados

Google Acadêmico.



Na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações aplicando as mesmas palavras chaves não se obteve resultados, apenas utilizando a palavra chave “Casa de EPS”, apareceram 103 resultados, dos quais foram lidos inicialmente apenas os títulos, onde foram selecionados no primeiro momento aqueles que mais se aproximassem do tema da pesquisa pelo título. Foram selecionados 28 resultados, e após a leitura mais aprofundada desses 28, chegou-se a um total de 10 dissertações.

O fluxograma abaixo apresenta o processo de seleção das dissertações encontradas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.



A busca se deu ainda por meio de sites relevantes que abordassem o assunto, para a complementação dos documentos encontrados anteriormente. Utilizou-se ainda as Normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Ao final da seleção de dados contou-se com 16 artigos e 10 dissertações.

As informações obtidas e os autores levantados estão organizados no quadro 1.

Quadro 1 – Referências encontradas a partir do levantamento de dados.

Autor(S)	Título	Ano	Natureza
ALMEIDA, C. C.	Boas Práticas Utilizadas na Execução da Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos: Um Estudo de Caso em Edificações Residenciais	2012	Dissertação
ALVES, J. P. O.	Sistema Construtivo em Painéis de EPS.	2015	Artigo
BAROM, N; FREITAS, G. S.	Resíduo de Poliestireno Expandido (EPS) utilizado na fabricação de Concreto.	2016	Artigo
BERTOLDI, R. H.	Caracterização de sistema construtivo como vedação constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.	2007	Dissertação
BORGES, E. <i>et al.</i>	Isopedra, suas características físicas ante ao EPS – poliestireno expandido.	2017	Artigo
CARVALHO, L. F; SOUZA, L. D;	Construções com EPS: otimização em projetos de construção em ampla escala	2021	Artigo

PAGOTO, L. M.			
CORSINI, T. A.	Produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétricos e de comunicação.	2016	Dissertação
COSTA, E. C.	Avaliação Multicritério Dos Sistemas Construtivos Para Construção De Casas Pré-Fabricadas.	2017	Dissertação
DUARTE, L. P.; CARNEIRO, P. V.	Sistema Construtivo Utilizando-se Poliestireno Expandido para Vedação Vertical.	2015	Artigo
FIAIS, B. B.; SOUZA, D. S.	Construção sustentável com tijolo ecológico.	2017	Artigo
GANHÃO, A. M. G. D.	Construção Sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação.	2011	Dissertação
GOMES, J. B. M. <i>et al.</i>	Sistema construtivo em painel monolítico de EPS: estudo do processo executivo.	2021	Artigo
JUNIOR, L. N. A; NETO, C. L. A.	Viabilidade da aplicação do poliestireno expandido na construção civil.	2017	Artigo
MARTINS, R. A.; ARAÚJO, M. G. D.	Projeto de construção de sobrados geminados com poliestireno expandido: comparativo com a construção em alvenaria tradicional de tijolos cerâmicos.	2020	Artigo
MORAES, C. B; BRASIL, P. C.	Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental.	2015	Artigo
NEVES, A. M. <i>et al.</i>	Home constructions with monolithic panels in eps in the city of Manaus.	2021	Artigo
OLIVEIRA, C. T.	Avaliação dos Facilitadores e Barreiras da Economia Circular na Cadeia Reversa do Poliestireno Expandido No Brasil.	2018	Dissertação
OLIVEIRA, L. S.	Reaproveitamento De Resíduos De Poliestireno Expandido (Isopor) Em Compósitos Cimentícios.	2013	Dissertação
OLIVEIRA, R. S. <i>et al.</i>	Bloco em EPS x Concreto Estrutural: Custo e Prazo na Construção de uma Cortina de Contenção em um Galpão Comercial.	2021	Artigo
REIS, P. M <i>et al.</i>	A construção Modular Com Utilização de Painéis EPS.	2015	Artigo
SANTOS, R. D.	Estudo térmico e de materiais de um compósito a base de gesso e eps para construção de casas populares.	2008	Dissertação
SILVA, M. F. B.	Estudo de técnicas de reciclagem do Poliestireno Expandido: Uma revisão sistemática e uma proposta de reaproveitamento.	2021	Dissertação
SILVA, W. B.; FLORIAN, F; FILHO, W. G. F.	Uso E Importância Do Poliestireno Expandido(Eps) Na Construção Civil.	2021	Artigo
TAVARES, B. A.; CONSTANTINO, D.	Redução da geração de resíduos em uma IES: o impacto de um projeto de extensão universitária.	2021	Artigo

H. J.			
TESSARI, J.	Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil.	2006	Dissertação
TRAVEJO, H. H.	Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares.	2018	Artigo

Fonte – Autora (2022).

Em relação a forma de abordagem ao problema, este trabalho conta com uma abordagem qualitativa, onde analisa criteriosamente os dados coletados sobre o tema, mostrando visão do autor do trabalho sobre uma questão escolhida para abordar. Terá como foco a utilização dos painéis monolíticos de EPS na construção de habitações residenciais, e como a utilização desse método construtivo pode ser eficaz, tanto em termos de sustentabilidade quanto em termos de segurança estrutural e baixo custo

Quanto ao método de abordagem, o estudo apresenta o método dedutivo, onde se fará uma análise geral das informações, a fim de que se chegue a uma resposta para o problema proposto e assim fazer as devidas conclusões acerca do assunto proposto neste trabalho de conclusão de curso.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a descrição das etapas construtivas dos dois sistemas estudados, com base na literatura, pode-se observar algumas vantagens e desvantagens que os sistemas tem em relação entre si.

Alves (2015); Costa (2017); Duarte e Carneiro (2015), afirmam que quando comparados os dois sistemas, o sistema construtivo com painel monolítico de Eps e o de alvenaria convencional, o primeiro apresentou ser mais econômico financeiramente e mais rápido em seu processo construtivo.

Reis (2015) e Oliveira (2021) por sua vez afirmam que a utilização do painel de EPS tem um custo inicial mais elevado que o sistema convencional de alvenaria, devido a disponibilidade do material, que dependendo da região não são encontrados com facilidade, porem devido ao fato de dispensar o uso de vigas, pilares, amarrações e treliça, além de outros materiais como a por exemplo a brita, o sistema se torna mais econômico que o convencional.

Tessari (2006) e Travejo (2018), em seus estudos afirmam que na construção com painéis de EPS há uma redução na utilização de água e energia elétrica, além de gerar pouco resíduos, e os que são gerados não fazem mal ao trabalhador, não são contaminantes ao solo além do seu potencial de reaproveitamento.

Travejo (2018) ainda afirma que o método com painel de EPS gera ganhos com mão de obra, uma vez que não necessita de muitos trabalhadores, quando comparado com o sistema convencional, além de contribuir com a saúde e medicina do trabalho, pois por se tratar de um sistema onde se utiliza o EPS como matéria prima, um material leve, não necessita de muito esforço físico.

Em seu estudo, Alves (2015) fez o comparativo orçamentário para um mesmo projeto entre os dois sistemas construtivos, utilizando a mesma relação de quantitativos que Garcia (2009) utilizou em seu estudo “método construtivo monolite: um estudo de caso comparativo de custos com o método convencional específico em uma casa em Camaçari/BA.” Alves (2015) chegou a conclusão que a o sistema com painel monolítico teve uma economia de 20% em relação ao convencional.

Duarte e Carneiro (2015) em seus estudos fizeram a comparação orçamentária dos materiais, entre o sistema com bloco de concreto e o sistema com painel de EPS, utilizando o projeto de um galpão. Constataram que inicialmente a utilização de bloco de concreto foi mais econômica que o eps, porém quando levado em conta todos os passos de execução, tempo e quantidade de funcionários, o sistema com painéis de EPS se torna mais econômico, o que

confirma o que Reis (2015) e Oliveira (2021) disseram em seus estudos, que o custo inicial com o sistema monolítico de EPS é mais alto que o sistema de alvenaria convencional.

Tessari (2006) ressalta que apesar das inúmeras vantagens, o sistema com painéis monolíticos apresenta desvantagens como, a baixa aderência ao reboco, as placas por serem leves corre o risco de quebrar, sofrer vibrações e conseqüentemente interferir no isolamento acústico, se não for manuseada com cuidado, além da pouca procura.

Travejo (2018) em seu estudo apresenta um quadro comparativo das características do sistema em alvenaria convencional e o sistema monolítico de EPS, apresentado abaixo.

Quadro 2 – Quadro comparativo das características do sistema em alvenaria convencional e o sistema monolítico de EPS.

<b>Características</b>	<b>Alvenaria convencional em bloco cerâmico</b>	<b>Painel monolítico de EPS</b>
Sustentabilidade	Geração de muitos resíduos, maior consumo de água e energia no processo de execução	EPS é um material 100% reciclável. Execução com quase nenhuma geração de resíduo, menos consumo de água e energia elétrica em sua execução.
Custo	Devido a disponibilidade e facilidade de matéria, possui um custo unitário inicial baixo.	Custo inicial alto, devido a dificuldade e disponibilidade do material, porém levando em conta toda a obra torna-se mais econômica.
Mão de obra	Não é necessária uma mão de obra especializada, e requer uma quantidade maior de trabalhadores.	Não necessita de mão de obra especializada, porém é necessário o treinamento da mesma, visto que é uma execução simples, mas ainda pouco conhecida.
Produtividade	Devido ao fato de ser um sistema artesanal, é conseqüentemente mais lento, o que acaba se tornando menos produtivo.	Execução mais rápida que o método convencional, devido ao fácil manuseio e aplicação dos painéis.
Durabilidade	Muito alta, podendo chegar até 100 anos	Ainda não é conhecida a limitação de idade do EPS, porém apresenta ótima durabilidade e mantém suas propriedades invictas com o decorrer dos anos.
Resistência mecânica	Ótima resistência mecânica, porém não chega a ser superior que o sistema em painéis de EPS.	Elevada resistência mecânica, por ser um material que tem suas células fechadas, tem alto poder de absorção de impactos, quedas e vibrações.
Resistência ao fogo	Ótima resistência, para uma parede de 15 cm tem-se um tempo de 150 min.	Baixa resistência, para uma parede de 15 cm tem-se um tempo de 40 min.
Isolamento térmico (K) em W/m.k e isolamento acústico (Rw) em db	Bom isolamento térmico, possuindo um coeficiente de transmissão térmica que varia de 0,9 a 1,2. Resistência sonora de 38db.	Excelente isolamento térmico, possuindo um coeficiente de transmissão térmica que varia de 0,035 a 0,042. Resistência sonora de 38db.

Estanqueidade	Baixo, em razão do maior grau de porosidade do bloco cerâmico, o material possui um maior índice de absorção de água.	Alto, devido ao fato de o EPS ser um material não higroscópico.
---------------	---	---

Fonte: Adaptado de TRAVEJO (2018).

Com as características dos dois sistemas construtivos citados no quadro foi possível observar as vantagens do sistema monolítico em EPS em relação ao convencional, tanto em relação ao custo benefício, execução e sustentabilidade.

## 5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa demonstrou que o sistema em EPS apresentou otimização no processo construtivo, se mostrando simples e rápido, quando comparado ao convencional, possui um ótimo conforto térmico e acústico, menos impacto ambiental, visto que o material utilizado é reciclável.

No sistema com EPS as instalações hidráulicas e elétricas são executadas de forma mais eficiente, uma vez que, em razão da necessidade de se fazer um planejamento prévio, gera menos desperdício e conseqüentemente menos sujeira na obra, pois é empregada toda instalação antes da primeira camada de revestimento. A instalação das portas e janelas também é mais eficiente quando comparada ao método convencional, devido a rapidez na fixação dos elementos.

Outra vantagem do método com painéis de EPS é a impermeabilização, que necessita ser realizada apenas nos pisos das áreas molhadas, enquanto que no método de alvenaria convencional é necessário a aplicação de impermeabilizante tanto no piso das áreas molhadas como nas paredes à 30 cm de altura do piso.

Além das vantagens apresentou algumas desvantagens como a baixa aderência ao reboco, as placas por serem leves corre o risco de quebrar, sofrer vibrações e conseqüentemente interferir no isolamento acústico, custo inicial elevado, baixa resistência ao fogo, quando comparado ao método convencional. Ainda assim as vantagens superam as desvantagens.

Conclui-se, portanto, que a utilização do sistema monolítico em EPS possui inúmeras vantagens e que apesar das desvantagens apresentadas esse sistema ultrapassa o método convencional, tanto em relação a sustentabilidade, custo, rapidez, eficiência e segurança.

## REFERÊNCIAS

ABRAPEX. **Associação Brasileira do Poliestireno Expandido**. O EPS na Construção Civil: Características do poliestireno expandido para utilização em edificações. São Paulo, set. 2000.

ALMEIDA, C. C. **Boas Práticas Utilizadas na Execução da Alvenaria de Vedação em Blocos Cerâmicos: Um Estudo de Caso em Edificações Residenciais**. 92f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012

ALVES, J. P. O. Sistema Construtivo em Painéis de EPS. 73f. **Artigo de graduação - curso de graduação em Engenharia Civil da Universidade Católica de Brasília**. Brasília, 2015.

AMBIENTE BRASIL. Isopor (Poliestireno Expandido – EPS). 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11752: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial**. Rio de Janeiro 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11948: Poliestireno expandido para isolação térmica – Determinação da inflamabilidade**. Rio de Janeiro 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11949: Poliestireno expandido para isolação térmica – Determinação da massa específica aparente**. Rio de Janeiro 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12094: Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico – Determinação da condutividade térmica – Método de ensaio**. Rio de Janeiro 1991

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos, requisitos**. Rio de Janeiro, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-1: componentes cerâmicos; parte 1: blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7171: Bloco cerâmico para alvenaria**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7973:** *Poliestireno expandido para isolamento térmica – Determinação de absorção de água*. Rio de Janeiro 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8081:** – *Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Permeabilidade ao vapor de água*. Rio de Janeiro 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8082:** – *Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica – Resistência à compressão – Método de ensaio*. Rio de Janeiro 1983.

AZEREDO, H. A. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1997.

BALBINO, M. S. Sistema Construtivo Em Painéis Monolíticos De Eps: Uma Solução Para A Construção De Habitações Populares No Brasil. **Trabalho de Conclusão de Curso**. João Pessoa, 2020.

BAROM, N; FREITAS, G. S. Resíduo de poliestireno expandido (EPS) utilizado na fabricação de concreto. **V Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente**, Beno Gonçalves, 2016.

BERTOLDI, R. H. **Caracterização de sistema construtivo como vedação constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. 120 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

BORGES, E. *et al.* Isopedra, suas características físicas ante ao EPS – poliestireno expandido. **Revista FAIP** – ISSN: 2525-8028, São Paulo, v. 4, n. 7, mar. 2017.

CARVALHO, L. F; SOUZA, L. D; PAGOTO, L. M. Construções com EPS: otimização em projetos de construção em ampla escala. **V Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana. 2021**.

CORSINI, T. A. Produtividade da mão de obra na execução de sistemas prediais elétricos e de comunicação. 2016. 103 f. **Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos**, São Carlos, 2016.

COSTA, L. F. T. C. Casa de EPS: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais. **Trabalho de Conclusão de Curso**. 2019

CRUZ, T. Viga Baldrame: Entenda Por Que Ela é Essencial na Sua Obra. **Viva decora - Construção e reforma**. 2020.

DUARTE, L. P.; CARNEIRO, P. V. Sistema Construtivo Utilizando-se Poliestireno Expandido para Vedação Vertical. **Artigo de Graduação** - Universidade Católica de Brasília. Brasília, DF, 2015, 30p.

FIAIS, B. B.; SOUZA, D. S.; Construção sustentável com tijolo ecológico. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, Araçatuba, SP, v. 02, n. 01, p. 94-108, jan./ago. 2017.

GANHÃO, A. M. G. D. **Construção Sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação**. 150 f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, Nova Lisboa, 2011.

GOMES, J. B. M. *et al.* Sistema construtivo em painel monolítico de EPS: estudo do processo executivo. **Artigo de graduação – UNA (União de Negócios e Administração)**. 2021. 25 f.

JUNIOR, L. N. A; NETO, C. L. A. Viabilidade da aplicação do poliestireno expandido na construção civil. **IV Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia Civil**. João Pessoa, Paraíba. Set, 2017.

MARTINS, R. A.; ARAÚJO, M. G. D. Projeto de construção de sobrados geminados com poliestireno expandido: comparativo com a construção em alvenaria tradicional de tijolos cerâmicos. **Engenharia na prática construção e inovação**, Rio de Janeiro, RJ: Epitaya, 2020. v. 2. cap. 8 p. 190-213.

MEDEIROS, G. Á. N. Avaliação de paredes sanduíche em argamassa armada com núcleo de EPS. 2017.

MOLITE BRASIL. O verdadeiro Painel Monolítico. 2021.

MONTENEGRO, R. S. P.; SERFATY, M. E. Aspectos gerais dopoliestireno. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 16, p. 123-136, set. 2002.

MORAES, C. B; BRASIL, P. C. Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental. **IV Seminário Nacional de Construções Sustentáveis**. Passo Fundo, RS, 2015.

NEVES, A. M. *et al.* Home constructions with monolithic panels in eps in the city of Manaus. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.11, p. 106376-106387 nov. 2021.

OLIVEIRA, C. T. **Avaliação dos Facilitadores e Barreiras da Economia Circular na Cadeia Reversa do Poliestireno Expandido No Brasil**. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2018

OLIVEIRA, L. S. **Reaproveitamento De Resíduos De Poliestireno Expandido (Isopor) Em Compósitos Cimentícios**. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del Rei, 2013.

OLIVEIRA, R. S. *et al.* Bloco em EPS x Concreto Estrutural: Custo e Prazo na Construção de uma Cortina de Contenção em um Galpão Comercial. **Revista Acadêmica Novo Milênio**, Vila Velha, ES, v.3, n.4, 2021.

PEREIRA, C. Diferença entre reboco, emboço e chapisco. **Escola Engenharia**, 2019.

PEREIRA, C. Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil. **Escola Engenharia**, 2018.

PINHEIRO, I. **Inova Civil**. Alvenaria Estrutural: Vale a Pena Usar o Sistema Construtivo Mais Antigo do Mundo?. 2022.

REIS, P. M *et al.* A construção Modular Com Utilização de Painéis EPS. **Revista Episteme Transversalis**, Rio de Janeiro, v.6, n.1, 2015

RIBEIRO, J. Construção Civil: breve análise. 2011. Administradores.

SANTOS, R. D. **Estudo térmico e de materiais de um compósito a base de gesso e eps para construção de casas populares.** 74 f. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte, Natal, 2008.

SANTOS, T. C. C. Sistema construtivo insulated concrete forms (ICF): estudo de caso. 88f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil. Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020.

SIENGE PLATAFORMA. Construção civil e o meio ambiente. 2020.

SILVA, M. F. B. **Estudo de técnicas de reciclagem do Poliestireno Expandido: Uma revisão sistemática e uma proposta de reaproveitamento.** 74 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2021.

SILVA, W. B.; FLORIAN, F; FILHO, W. G. F. Uso E Importância Do Poliestireno Expandido (Eps) Na Construção Civil. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar Issn 2675-6218**, v.2, n.10, 2021.

STANT. Construção sustentável – Entenda o conceito. 2020.

TAVARES, B. A.; CONSTANTINO, D. H. J. Redução da geração de resíduos em uma IES: o impacto de um projeto de extensão universitária. **InterAção, Bauru, v. 1, n. 1, p. 55-67, 2021.**

TESSARI, J. Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil. 2006. 102 f. **Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.**

THOMAZ, E. *et al.* Código de Práticas Nº 01: Alvenaria de vedação em blocos cerâmicos. São Paulo: IPT, 2009. 65 p.

TOTAL CONSTRUÇÃO. Principais sistemas construtivos. 2020.

TRAVEJO, H. H. Análise comparativa entre sistemas construtivos convencional e monolítico em painéis EPS para residências unifamiliares. 2018. 45 f. **Artigo de Graduação – UNICESUMAR.** Maringá, PR.