



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

Campus Campina Grande

Coordenação do Curso superior de Tecnologia em Construção de Edifícios

**TIAGO CÉSAR PEREIRA**

**AS QUALIDADES E BENEFÍCIOS DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)  
EM COMPARAÇÃO A ALVENARIA CONVENCIONAL, VIABILIZANDO O  
CONFORTO TÉRMICO**

CAMPINA GRANDE- PB

2023

**TIAGO CÉSAR PEREIRA**

**AS QUALIDADES E BENEFÍCIOS DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)  
EM COMPARAÇÃO A ALVENARIA CONVENCIONAL, VIABILIZANDO O  
CONFORTO TÉRMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios do Instituto Federal da Paraíba, Campus Campina Grande, como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Construção de Edifícios.

Orientador: Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira

CAMPINA GRANDE- PB

2023

P436q

Pereira, Tiago César

As qualidades e benefícios do poliestireno expandido (eps) em comparação a alvenaria convencional, viabilizando o conforto térmico / Tiago César Pereira. - Campina Grande, 2023.

56 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios) - Instituto Federal da Paraíba, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Franklale Fabian Diniz de Andrade Meira

1. Engenharia civil - Construção civil 2. Engenharia civil - conforto térmico 3. MAteriais de construção - Poliestireno Expandido (EPS) I. Meira, Franklale Fabian Diniz de Andrade II. Título.

CDU 624

**TIAGO CÉSAR PEREIRA**

**AS QUALIDADES E BENEFÍCIOS DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)  
EM COMPARAÇÃO A ALVENARIA CONVENCIONAL, VIABILIZANDO O  
CONFORTO TÉRMICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios do Instituto Federal da Paraíba, Campus Campina Grande, como pré-requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Construção de Edifícios.

Orientador: Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira

Aprovado em:            /    /

**BANCA EXAMINADORA**

---

Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira (Orientador)  
Instituto Federal da Paraíba

---

Jean Luis Gomes de Medeiros (Examinador Interno)  
Instituto Federal da Paraíba

---

Kleber da Fonseca Furtado (Examinador Interno)  
Instituto Federal da Paraíba

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer primeiramente a Deus, pela sabedoria e força durante todo o curso e poder vencer e realizar esse sonho.

A minha esposa Juliana, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me incentivando durante todos esses anos de curso. A meu filho, que muitas vezes mesmo sem saber trouxe alegria para os meus dias e me mostrou que devemos continuar nossa caminhada mesmo passando por momentos difíceis.

A minha mãe que nunca deixou de acreditar em mim, mesmo com todas as limitações, sempre esteve ao meu lado com ensinamentos e incentivos, para que eu pudesse concluir essa jornada.

Em especial a minha vó Dasdores (em memória) e minha vó do coração Santina (em memória), de onde elas estiverem, sei que estão felizes. A toda minha família materna, tias, primas, primos e agregados.

Meus amigos, em especial a Alberto, João, Guilherme e Roberto, que indiretamente e diretamente me ajudaram na minha formação.

Ao professor, Franklasle, pela paciência e orientação.

E por fim a meus colegas de curso, na pandemia foram essenciais para a conclusão.

O sentimento de Gratidão é o que prevalece, que seja a primeira conquista de muitas na minha jornada.

## RESUMO

Com o aumento da construção civil nas últimas décadas, os pesquisadores atualmente se empenham em obter mais informações para melhorar a qualidade, desempenho, e produtividade no desenvolvimento das cidades sem afetar diretamente o meio ambiente. O Brasil por ser um país tropical, em muitas épocas do ano o clima é bem quente, conseqüentemente para atender o conforto térmico, o consumo de energia aumenta. Uma possível solução para minimizar esse problema seria o uso de Poliestireno Expandido (EPS), entre dois blocos cerâmicos proporcionando um isolamento interno e externo da edificação sem qualquer deformação, diminuindo assim o consumo de energia. O EPS vem ganhando espaço na construção residencial e comercial. Por ser um material composto de ar e apenas 2% de poliestireno, tem se tornado excelente para economia e agilidade em uma obra. O que mais se destaca no EPS é o isolamento térmico. Afinal, depois da obra finalizada o EPS será um ótimo aliado contra o calor. Além disso, o isolamento térmico tem grande impacto na qualidade, durabilidade e economia de uma construção. Quando utilizado como vedação interna o EPS atua na prevenção de mofo e umidade, já que não absorve água e não prolifera fungos e bactérias. Dessa forma, conclui – se com esse trabalho, que a utilização do EPS em relação aos métodos convencionais, demonstrou de fato proporcionar um maior conforto térmico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção civil; Conforto Térmico; Poliestireno Expandido (EPS).

## **ABSTRACT**

With the increase in civil construction in recent decades, researchers are currently striving to obtain more information to improve the quality, performance, and productivity in the development of cities without directly affecting the environment. As Brazil is a tropical country, at many times of the year the climate is very hot, consequently, to meet thermal comfort, energy consumption increases. A possible solution to minimize this problem would be the use of Expanded Polystyrene (EPS), between two ceramic blocks, providing internal and external insulation of the building without any deformation, thus reducing energy consumption. EPS has been gaining ground in residential and commercial construction. As it is a material composed of air and only 2% polystyrene, it has become excellent for savings and agility on a construction site. What stands out most about EPS is its thermal insulation. After all, after the work is completed, EPS will be a great ally against the heat. Furthermore, thermal insulation has a great impact on the quality, durability and economy of a building. When used as an internal seal, EPS acts to prevent mold and humidity, as it does not absorb water and does not proliferate fungi and bacteria. Therefore, it can be concluded from this work that the use of EPS in relation to conventional methods has indeed been shown to provide greater thermal comfort.

**KEYWORDS:** Civil construction, Thermal Comfort; Expanded Polystyrene (EPS).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poliestireno pré e pós expansão .....	19
Figura 2 - Parede em isopor.....	23
Figura 3 - Painel duplo .....	24
Figura 4 - Painel simples.....	24
Figura 5 - Abertura de canais com soprador térmico .....	25
Figura 6 - EPS revestido com aço e concreto .....	26
Figura 7 – Isolamento Acústico .....	26
Figura 8 - Isolamento Acústico .....	26
Figura 9 - Laje treliçada unidirecional com EPS .....	28
Figura 10 - Laje treliçada bidirecional com EPS .....	29
Figura 11 - Laje treliçada bidirecional com EPS .....	29
Figura 12 - Isolamento em paredes externas .....	33
Figura 13 - Inércia Térmica .....	38
Figura 14 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro .....	39
Figura 15 - Prédio em alvenaria convencional.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características exigíveis para o EPS (Classe F) - NBR 11752 .....	31
Tabela 2 – Estratégias Bioclimáticas e recomendações construtivas, ABNT NBR 15220 (2005) .....	43
Tabela 3 - Transmitância térmica de diferentes espessuras com alvenaria em tijolo cerâmico e painel em EPS .....	44

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre alvenaria convencional e Poliestireno Expandido. .....	48
--	----

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAPEX - Associação Brasileira de Poliestireno Expandido

CCT- Coeficiente de Condutividade Térmica

CFC - Clorofluorcarboneto

EPS - Poliestireno Expandido

ISSO - Organização Internacional de Normalização

IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas

NBR- Normas Brasileiras de Regulamentação

PS- Poliestireno

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	15
1.2 OBJETIVOS.....	16
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>16</b>
<b>1.2.2 Objetivo específico</b> .....	<b>16</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 POLIESTIRENO EXPANDIDO .....	17
<b>2.1.1 Conceito Histórico</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1.2 Composição</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.3 Características</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.4 Processo de fabricação do EPS</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.5 Aplicações</b> .....	<b>20</b>
2.2 USO DO EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	21
<b>2.2.1 EPS em paredes</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.2 EPS em lajes</b> .....	<b>27</b>
2.2.2.1 Laje Nervurada Unidirecional .....	27
2.2.2.2 Laje Nervurada Bidirecional .....	28
2.3 IMPACTO AMBIENTAL .....	30
2.4 PROPRIEDADES DO EPS .....	30
2.5 ISOLAMENTO TÉRMICO .....	32
2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS.....	33
<b>2.6.1 Vantagens</b> .....	<b>33</b>
<b>2.6.2 Desvantagens</b> .....	<b>34</b>

2.7 CONFORTO TÉRMICO .....	35
<b>2.7.1 Variáveis de conforto térmico .....</b>	<b>35</b>
<b>2.7.2 Desempenho térmico em edificações .....</b>	<b>36</b>
2.8 CLIMA.....	38
<b>2.8.1 Clima na região nordeste .....</b>	<b>39</b>
2.8.1.1 Clima e Vegetação .....	39
2.8.1.2 Relevo e Hidrografia.....	40
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>41</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>42</b>
4.1 ALVENARIA CONVENCIONAL E POLISTIRENO EXPANDIDO (EPS) .....	42
4.1.1 Resistência Mecânica .....	42
4.1.2 isolamento Térmico.....	43
4.1.3 Isolamento Acústico .....	44
4.1.4 Impacto Ambiental.....	44
4.1.5 Estanqueidade .....	45
4.1.6 Durabilidade .....	45
4.1.7 Tempo e mão de Obra.....	45
4.1.8 Mercado .....	46
4.1.9 Comparativo entre Alvenaria convencional e Poliestireno Expandido .....	46
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil por ser um país tropical, muitas regiões tem uma alta temperatura durante boa parte do ano, o Nordeste é uma delas. Com as altas temperaturas, a busca por uma forma eficaz de obter conforto térmico, além de necessária tornou de extrema importância. Beneficiando o usuário com mais conforto e redução do consumo de energia, pois, tem um aumento significativo durante o verão, por meio do uso excessivo de ar-condicionado.

O crescimento de obras da construção civil nas últimas décadas tem levado ao aumento da demanda por tecnologias que aumentem a praticidade, reduzam o tempo e, conseqüentemente, os custos. No entanto, esse crescimento também tem aumentado as preocupações com os recursos naturais.

Para atender a essa demanda, pesquisadores buscam informações sobre como continuar proporcionando produtividade para o desenvolvimento urbano, com qualidade e eficiência, sem causar impacto negativo ao meio ambiente. Isso traria benefícios para usuários finais e construtores.

A norma de desempenho, ABNT NBR 15575 - 4 (2013), apresenta exigências que visam atender os pré-requisitos que beneficiam os usuários da edificação, como os relacionados ao conforto térmico. Para atender suas demandas, o setor da construção civil começou a ser mais disciplinado e a desenvolver novas técnicas e alternativas diferentes das geralmente utilizadas.

Algumas das novas técnicas e alternativas que vêm sendo utilizadas incluem:

**Isolamento térmico:** O isolamento térmico é uma das maneiras mais eficazes de manter os ambientes frescos no verão e aquecidos no inverno. O isolamento pode ser feito com materiais diversos, como lã de vidro, lã de rocha, poliestireno e EPS.

**Ventilação natural:** A ventilação natural é uma maneira eficiente de refrescar os ambientes sem utilizar energia elétrica. A ventilação pode ser feita por meio de aberturas nas paredes, janelas e telhado.

**Iluminação natural:** A iluminação natural também contribui para o conforto térmico, pois ajuda a aquecer os ambientes no inverno e a refrescar no verão.

Uso de materiais com alta refletância solar: Os materiais com alta refletância solar ajudam a refletir a luz solar, evitando o aquecimento dos ambientes.

Uso de materiais com alta absorção térmica: Os materiais com alta absorção térmica ajudam a absorver o calor, evitando o superaquecimento dos ambientes.

Além dessas técnicas, a construção civil também vem investindo em tecnologias mais avançadas, como:

Edifícios inteligentes: Os edifícios inteligentes utilizam sistemas automatizados para controlar o conforto térmico, a iluminação e outros sistemas.

Edifícios passivos: Os edifícios passivos são projetados para aproveitar a energia natural, como a luz solar e o calor do sol, para garantir o conforto térmico.

Edifícios bioclimáticos: Os edifícios bioclimáticos são projetados de acordo com as condições climáticas da região, utilizando técnicas tradicionais para garantir o conforto térmico.

Essas novas técnicas e alternativas estão contribuindo para melhorar o conforto térmico em edificações, tornando-as mais eficientes e sustentáveis.

O uso de poliestireno expandido (EPS) é uma possível solução para minimizar o problema de conforto térmico em edificações. O EPS é um material de baixa densidade e alta capacidade de isolamento térmico e acústico. Sua combinação permite que o ambiente absorva menos calor, reduzindo o uso de ar condicionado e ventilador. Isso proporciona mais conforto aos ocupantes e reduz o consumo de energia, contribuindo para a sustentabilidade.

Tendo em conta as necessidades do mercado atual, o sistema construtivo em Polietileno Expandido (EPS), se destaca por ser altamente vantajoso, apresentando inúmeros requisitos que se sobrepõem aos demais métodos construtivos adotados na atualidade, como: baixa densidade, praticidade, impermeabilidade, boa resistência, conforto térmico, conforto acústico, sustentabilidade e menor desperdício de materiais, pois os painéis são produzidos de forma personalizada para cada edificação (Vieira, 2021).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema da presente pesquisa surgiu do interesse em demonstrar as vantagens do uso do Poliestireno Expandido (EPS), por meio de inovações tecnológicas no mercado da construção civil, viabilizando benefícios para profissionais da área e, também atender necessidades de proporcionar maior conforto térmico a usuários das edificações.

Levando em consideração o clima e outros fatores na região nordeste, onde as altas temperaturas são predominantes durante boa parte do ano e a dificuldade de encontrar métodos e materiais que funcionem em termo de conforto térmico, foi escolhido o método de construção em EPS, por possuir qualidades superiores às geralmente utilizadas.

Diante dos esforços feitos para tentar preservar o meio ambiente, em que a construção civil tem colaborado com o desenvolvimento e crescimento sustentável buscando trabalhar com materiais de construção não convencionais. Em um esforço para continuar a garantir que o desenvolvimento da cidade seja estruturalmente segura e produzir o mínimo de resíduos possível (Santos, 2009).

Na construção civil, ter o conhecimento das características climáticas e a adaptação da edificação ao clima podem garantir condições de conforto aos ocupantes com o mínimo de climatização artificial. Assim, antes do primeiro desenho do projeto arquitetônico, deve-se realizar um estudo do clima e do local, bem como das necessidades de conforto dos ocupantes (Medeiros, 2021).

O EPS é um excelente isolante térmico, o que significa que ele ajuda a manter as temperaturas internas de uma edificação estáveis, evitando que o calor escape no verão e o frio entre no inverno. Isso contribui para o conforto térmico dos ocupantes e reduz o consumo de energia para climatização

Também é um bom isolante acústico, o que ajuda a reduzir o ruído externo e interno. Isso melhora a qualidade de vida dos ocupantes, tornando os ambientes mais silenciosos e confortáveis.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

A pesquisa tem como objetivo analisar as qualidades e benefícios do Poliestireno Expandido (EPS) em relação aos métodos convencionais, viabilizando o conforto térmico.

### 1.2.2 Objetivo específico

- Fazer o estudo sobre o EPS na construção civil;
- Apresentar vantagens e desvantagens, técnicas e/ou econômicas, no uso do EPS frente aos métodos convencionais de construção;
- Apresentar um comparativo entre alvenaria convencional e Poliestireno Expandido.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 POLIESTIRENO EXPANDIDO**

#### **2.1.1 Conceito Histórico**

O Poliestireno Expandido (EPS) passou a ser fabricado na Alemanha em 1949 através de experimentos químicos realizados por Fritz Stastny e Karl Buchholz. Nos laboratórios da BASF, por meio de diversos experimentos com o poliestireno, conseguiram produzir um novo tipo de material, dando origem ao EPS. No Brasil é conhecido como “isopor”, marca registrada pela empresa Knauf Isopor Ltda (Abrapex, 2023).

Os painéis com Poliestireno Expandido (EPS) originalmente da Europa, veio de um projeto na Itália desenvolvido em uma área propensa a terremotos para criar uma estrutura monolítica que não desabasse, adicionando materiais de isolamento térmico, acústico, livre de mofo e umidade no início da década de 1980. (Balbino, 2020).

A partir daí, foi projetado um painel modular, pré-fabricado e leve, formado por um núcleo de EPS colocado entre duas telas de aço soldadas eletricamente e finalmente coberto com argamassa ou concreto. Essa inovação foi inicialmente desenvolvida em diversos países na Europa, e por volta da década de 1990 chegou ao Brasil, realizada por meio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), onde são feitas todas as análises dos componentes do sistema e elementos edificados necessários para testar sua eficácia. Hoje existem várias empresas que oferecem produtos semelhantes, como o sistema Hi-Tech, empresa de origem americana e que já comercializa este produto no Brasil (Mazuco; Lima; Roberto; 2018).

O sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS é uma opção vantajosa para o mercado atual, pois atende às necessidades de rapidez na execução, qualidade, durabilidade, resistência e facilidade de transporte. Os painéis de EPS são leves, o que facilita o transporte e a instalação, tornando o processo de construção mais rápido e eficiente. Além disso, os painéis são fabricados em ambiente industrial, o que garante a qualidade e a durabilidade da estrutura, são resistentes a impactos e

intempéries, o que garante a segurança dos ocupantes e a durabilidade da estrutura. (Balbino, 2020).

### **2.1.2 Composição**

A matéria prima do EPS é o poliestireno, um tipo de polímero. São pequenas esferas que possuem gás pentano em seu interior, e quando colocadas em uma máquina chamada pré expansor e submetidas a uma temperatura de 90°C, o gás faz com que elas expandam, percam densidade e fiquem mais leves (Figura 1) (Isopor, 2019).

Segundo Isopor (2019) o EPS é um composto expandido, 98% composto de ar e apenas 2% de plástico, o material é produzido a partir de pequenos grânulos à base de hidrocarbonetos, que passam por um processo de expansão (por isso o nome poliestireno expandido). Material Atóxico e livre de gases CFC (Clorofluorcarboneto), o poliestireno expandido compõe a família dos plásticos, é um material totalmente reaproveitado e 100% reciclável, possuindo propriedades físicas únicas em termos de leveza. Excelentes características térmicas e acústicas, durabilidade e usinabilidade.

Por ter propriedades plásticas em sua composição, o EPS é fácil de inflamar, por isso aditivos são adicionados no estágio de polimerização para aumentar a resistência ao fogo do material para suprimir a inflamação e a propagação.

**Figura 1 – Poliestireno pré e pós expansão**



Fonte: (Mundo Isopor, 2023)

### **2.1.3 Características**

Sua estrutura de célula fechada cheia de ar bloqueia a passagem de calor, dando ao EPS suas fortes capacidades de isolamento. Sua densidade varia entre 10-30 kg/m<sup>3</sup>, o que pode reduzir significativamente o peso das aplicações em que é utilizado.

O EPS não é higroscópico, mesmo quando submerso em água, absorve apenas uma pequena quantidade de água. Isso garante que mantenha suas propriedades térmicas e mecânicas mesmo sob a influência da umidade, é um material que pode ser usinado com ferramentas comuns, garantindo uma perfeita adaptação ao trabalho, sua leveza facilita o manuseio no local, pode ter diversos tamanhos e formatos, sempre adaptados às dimensões da aplicação desejada. (Magalhães *et al*, 2009).

### **2.1.4 Processo de fabricação do EPS**

Nas instalações de produção do poliestireno expandido, a matéria prima é sujeita a um processo de transformação física, não alterando as suas propriedades químicas. Esta transformação ocorre em três etapas (Tessari, 2006):

1º Etapa: A pré-expansão: a expansão do poliestireno (PS) é efetuada numa primeira fase num pré-expansor através de aquecimento por contato com vapor de água. O agente expansor incha o PS para um volume cerca de 50 vezes maior do original. Daí resulta um granulado de partículas de EPS constituídas por pequenas células fechadas, que é armazenado para estabilização.

2º Etapa: O armazenamento intermediário: o armazenamento é necessário para permitir a posterior transformação do poliestireno expandido. Durante esta fase de estabilização, o granulado de EPS arrefece o que cria uma depressão no interior das células. Ao longo deste processo o espaço dentro das células é preenchido pelo ar circundante.

3º Etapa: A moldagem: o granulado estabilizado é introduzido em moldes e novamente exposto a vapor de água. Ao serem novamente submetidas ao vapor, as pérolas comprimidas no molde voltam a inchar e soldam-se umas às outras. Na câmara de vapor, o processo de expansão pode ser interrompido por arrefecimento brusco, projetando-se jatos de água fria contra as paredes do molde, buscando uma redução no excesso de pressão, facilitando assim a retirada do produto sem perdas na forma original.

### **2.1.5 Aplicações**

O EPS tem diversas aplicações e as possibilidades que esse material traz para o campo incluem telhas térmicas, formas para concreto, isolante térmico em paredes e lajes, molduras, revestimentos e até mesmo na tecnologia de assentamento de estradas e rodovias, concreto leve e contrapisos. Porém, a construção civil é o segmento que mais utiliza o poliestireno expandido globalmente, em destaque as inúmeras aplicações do EPS que compõe desde estruturas até acabamentos de edificações, agregando flexibilidade, economia e durabilidade (Isopor, 2019).

## 2.2 USO DO EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Nos últimos 35 anos, o EPS conquistou um lugar estável na construção civil não apenas por suas propriedades isolantes, mas também por ser um material leve, com alta durabilidade, facilidade de uso e baixo custo (Abrapex, 2023).

Na busca por edificações com materiais mais sustentáveis o EPS vem sendo bastante utilizado na construção civil, por possuir grande vantagem como excelente isolante térmico e acústico, ganhou destaque em setores como o de estradas, ferrovias e obras com grandes estruturas (Balbino, 2020).

Os elementos estruturais, como vigas, lajes e pilares são responsáveis por absorverem os carregamentos impostos as estruturas das edificações, contribuindo para o conforto térmico do edifício, mas a alvenaria é o principal elemento responsável por absorver o calor do interior. Por isso, é importante concentrar na parede elementos que proporcionem conforto térmico (Silva; Araújo; 2021).

Diante isso, seguem algumas formas de aplicação do EPS na construção civil.

### 2.2.1 EPS em paredes

Com o decorrer do tempo o método de vedação mudou significativamente, substituindo antigos métodos como de pedra, taipa e tijolos. Essas mudanças devem se as exigências sociais para uma qualidade ambiental e econômica, obtendo um sistema construtivo mais seguro e durável (Bertoldi, 2007).

Em uma construção o isolante térmico é muito importante, por ter qualidades térmicas o EPS é uma alternativa bastante usada. Porém, é importante observar suas características, especificações, propriedades e sua densidade. Para suprir as necessidades de sua aplicação, o EPS é produzido de acordo com sua utilidade, pois possui características físicas e mecânicas resistentes a temperatura (Isorecort, 2023).

Nas edificações construídas com tijolo cerâmico as paredes superaquecem no decorrer do dia, armazenando calor e propagando durante a noite, o aquecimento é

mais intenso em construções voltadas para o sol poente, exigindo um maior gasto de energia elétrica na tentativa de resfriar mais o ambiente. Uma possível solução é o uso de painéis pré moldados ou a aplicação de EPS em uma das camadas ou diretamente no tijolo cerâmico (Silva; Araújo; 2021).

Quando se inicia uma obra, é necessário a pesquisa de métodos funcionais e econômicos, que garantam benefícios e eficiência. Nos dias atuais existem várias alternativas interessantes. Com a ajuda da tecnologia e estudos em áreas como engenharia e arquitetura, tem à disposição vários materiais como o EPS. Antes era difícil pensar no isopor em qualquer projeto construtivo, atualmente ele é usado em diversas áreas da construção (Doce Obra, 2023).

A parede de isopor é muito usada em construções no exterior, sendo mais predominante nos Estados Unidos e China, No Brasil vem chamando atenção por sua eficácia, onde é possível substituir a alvenaria e ser aplicada com mais facilidade, usada em casas populares, galpões e mansões de luxo, além de ser um método de construção mais sustentável (Doce Obra, 2023).

De acordo com Pires (2021) sua produção inicia com a fabricação de componentes, que são núcleos e telas. As perlas de EPS compõem o núcleo, onde são moldados como blocos de poliestireno expandido, em seguida cortados com as especificações de cada projeto. Os blocos devem ser do tipo F (retardante de chamas) e ter a densidade necessária e utilizar painéis como um conjunto de grelhas envolta com arames (Figura 2).

**Figura 2 - Parede em isopor**

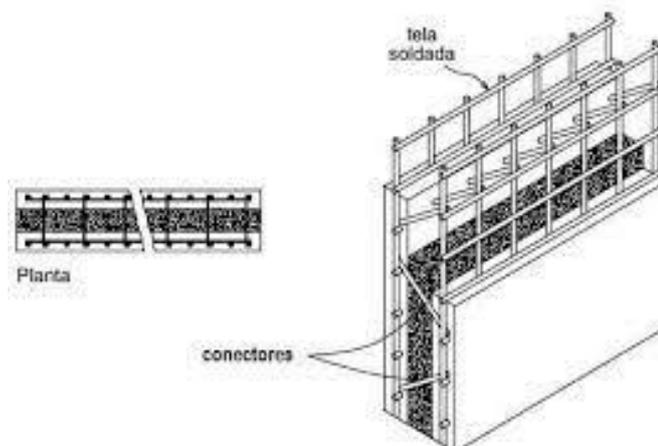


Fonte: (Doce Obra, 2023)

Com o auxílio de painéis monolíticos é possível construir mais de um pavimento sem a utilização de elementos estruturais como colunas e vigas. Os componentes são relativamente leves em comparação com o peso das paredes de alvenaria convencionais (Silva; Araújo; 2021).

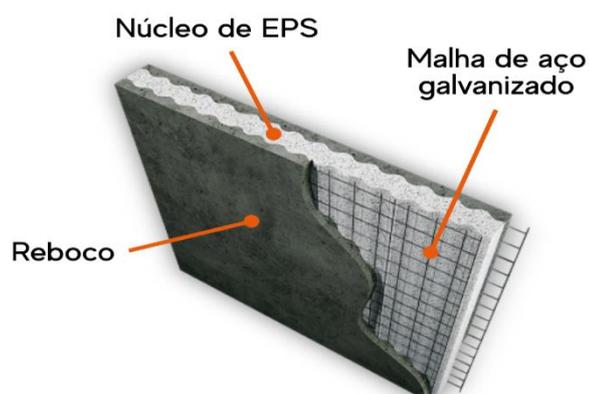
A construção com o EPS, é necessário utilizar painéis com duas malhas de aço aramadas no lugar de uma parede tradicional de tijolos. As malhas servem como reforço e recebem revestimentos resistentes como concreto ou argamassa, fornecendo massa térmica e resistência ao fogo. Assim, utiliza menos vigas, ferro, cimento, madeira e pilares de sustentação, tornando a obra mais rápida, mais barata e com redução na geração de resíduos (Doce Obra, 2023).

Nos dias atuais diversos tipos de painéis de EPS estão disponíveis no mercado, uma opção para painel de apoio principal de sustentação seria o painel duplo (Figura 3), que possui um espaçamento entre ele possibilitando o preenchimento com concreto (Vieira, 2021).

**Figura 3 – Painel duplo**

Fonte: (Bertini, 2002, p.18)

Para edificações com até quatro pavimentos, podem ser usados painéis de EPS simples (Figura 4), esse tipo de painel pode ser utilizado como vedação, divisórias, coberturas e com função estrutural em construções, enquanto para edifícios maiores painéis duplos com uma estrutura reforçada com barras de aço adicionais preenchidas com concreto podem ser usados. Assim, é possível executar obras verticais em vários andares, tornando o sistema abrangente para projetos simples e complexos (Silva; Araújo; 2021).

**Figura 4 – Painel simples**

Fonte: (Monolite Brasil, 2023)

Segundo Vieira (2021) o EPS é popular no uso de estruturas de lajes, hoje em dia é comum sua aplicação em paredes. Com aplicação simples, os painéis prontos para encaixe, de acordo com o projeto, a colocação requer bastante atenção para que fiquem alinhados. Quando instalados, é usada uma camada de argamassa para fazer o acabamento. É necessário deixar vãos para posteriores instalações elétricas e hidrossanitárias, são criados rasgos nas placas com um soprador de ar quente, sem a necessidade de quebra de material como na alvenaria convencional (Figura 5).

**Figura 5 – Abertura de canais com soprador térmico**



Fonte: (Tecnopanel, 2017)

O isopor aparentemente é frágil, porem a junção com as grelhas e argamassa torna uma estrutura altamente resistente, aumentando sua resistência em até 30% em relação a parede com tijolos cerâmicos (Figura 6) (Doce Obra, 2023).

**Figura 6 – EPS revestido com aço e concreto**



Fonte: (Doce Obra, 2023)

O EPS é bastante utilizado em camadas sobre paredes, por ser considerado um material térmico e acústico, existem duas formas diferentes de aplicar, entre a parede (Figura 7) e sobre a parede (Figura 8). Porém, as duas formas de aplicação são bem usadas em edifícios comerciais e residências, com a finalidade de diminuir ruídos causados por vizinhos (Isocentro, 2023).

**Figura 7 – Isolamento Acústico**



Fonte: (Isocentro, 2023)

**Figura 8 – Isolamento Acústico**



Fonte: (Isocentro, 2023)

### 2.2.2 EPS em lajes

Por sua leveza, o EPS é bastante usado na aplicação de enchimento de lajes nervuradas unidirecional e bidirecional, oferecendo flexibilidade das dimensões. Diversas vantagens torna o material mais adequado para todos os tipos de lajes, principalmente em lajes com alturas e vãos maiores (Pires, 2021).

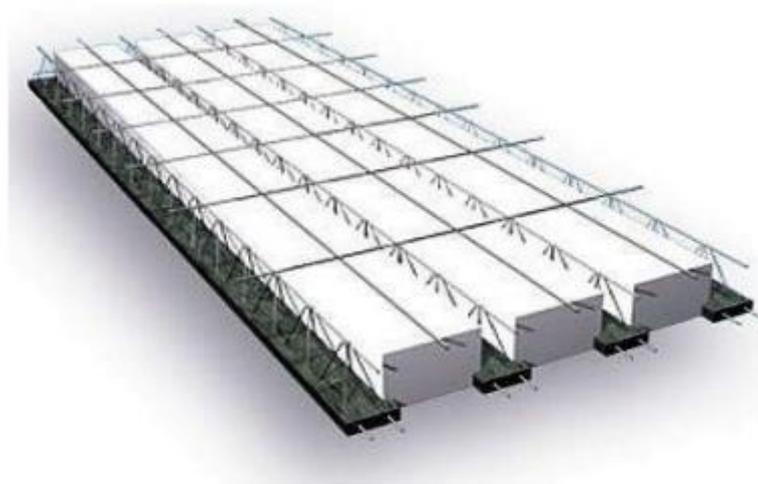
Para a ABNT NBR 6118 (2014), lajes nervuradas são as lajes moldadas no local ou com nervuras pré-moldadas, cuja zona de tração para momentos positivos esteja localizada nas nervuras entre as quais pode ser colocado material inerte, podendo ser usadas unidirecionais e bidirecionais.

Segundo a Isoplast (2023) a leveza e a resistência do EPS são características muito favoráveis para o nivelamento de lajes. O produto pode ser usado até  $10 \text{ kg/m}^3$  e oferecer até 50 KPa nos materiais produzidos dentro das normas da ABNT, classificação PI - NBR 11752.

#### 2.2.2.1 Laje Nervurada Unidirecional

A laje nervurada pré-fabricada unidirecional usa, tradicionalmente, tijolos cerâmicos ou blocos de concreto como elementos de preenchimento de vãos entre nervuras. Esses materiais têm participação significativa no peso próprio da laje e geram perdas, por quebra de elementos e vazamento de concreto. O EPS, diminui o peso da estrutura significativamente sem risco de perda de material, as juntas são muito justas, impedindo o vazamento da nata do cimento (Figura 9) (Silva; Carvalho; Silva Junior, 2015).

**Figura 9 - Laje treliçada unidirecional com EPS**

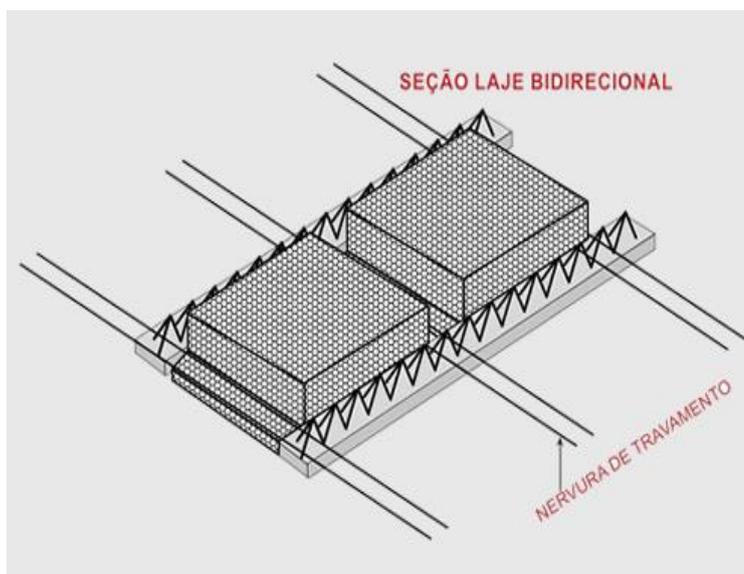


Fonte: (Estruturar Lajes, 2016)

#### *2.2.2.2 Laje Nervurada Bidirecional*

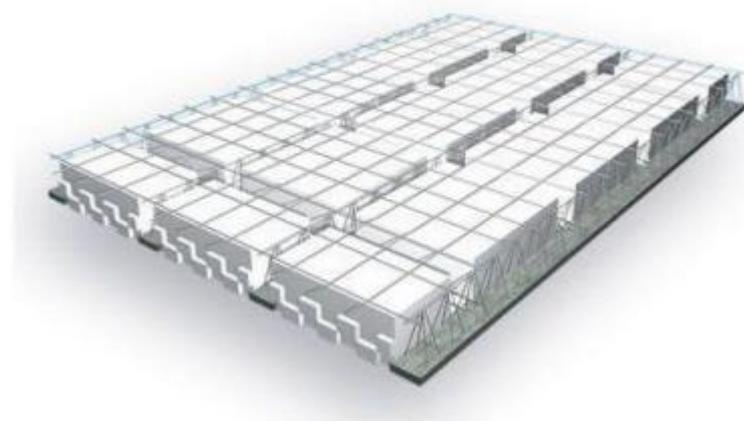
As lajes bidirecionais utilizam um tipo de bloco de EPS que é desenhado especialmente para esta finalidade, para o preenchimento dos vãos das nervuras. É um bloco quadrado (Figura 10) que em uma direção possui abas para a formação de nervuras e em outra direção, possui encaixe para apoio sobre as vigotas (Figura 11), proporcionando a construção de grandes vãos (Silva; Carvalho; Silva Junior, 2015).

**Figura 10 - Laje treliçada bidirecional com EPS**



Fonte: (Estrutar Lajes, 2023)

**Figura 11 - Laje treliçada bidirecional com EPS**



Fonte: (Trelçada, 2016)

### 2.3 IMPACTO AMBIENTAL

O isopor quimicamente é composto de dois elementos, o carbono e o hidrogênio. Não contem produto tóxico e perigoso que afete a camada de ozônio, é isento de CFCs e, o gás contido nas células é o ar, considerado uma energia limpa (Ambiente Brasil, 2021).

Segue todas as regras internacionais de saúde, pois não contamina os alimentos. Além disso, seu uso como material de isolamento térmico pode economizar energia no ambiente de resfriamento ou aquecimento (Silva; Araújo; 2021).

Por ser muito leve e se tratar de um plástico, sua fabricação consome pouca energia e gera pouco resíduo sólido ou líquido. Pode ser considerado um produto ecológico, que não contamina o ar, solo e água, é 100% reciclável e reaproveitável (Ambiente Brasil, 2021).

### 2.4 PROPRIEDADES DO EPS

A excelência em isolamento térmico do EPS, é a sua característica mais expressiva. O coeficiente de isolamento é muito alto, faz parte das características do composto químico por natureza. Propriedades comparadas com os da lã de vidro, por possuir uma enorme quantidade de ar dentro do EPS (Isorecort, 2023).

Por possuir propriedades de baixa absorção de grandes quantidades de umidade, que ficam detidas nos espaços entre as células, desta forma o EPS enxuga com facilidade, sem abandonar suas propriedades, eliminando a possibilidade de inconvenientes relacionados a infiltração ou mofo (Silva, 2018).

Existem sete tipos diferentes de EPS, para painéis monolíticos é indicado o tipo 7, possui maior resistência, maior densidade aparente e menor condutividade térmica. (Silva; Araújo; 2021).

. De acordo com a Comissão Setorial de EPS da Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), esses produtos tem em sua composição um elemento que retarda a propagação das chamas, tornando-os autoextinguíveis, se dissolvendo quando expostos a altas temperaturas.

A fusão ocorre em torno de 70 ° C e não forma nenhum resíduo que possa ser usado como combustível para dispersar o fogo. Por conta do dissolvimento do EPS,

não deve ser usado sozinho como elemento estrutural. Mas sempre deve ser usado em conjunto com outros materiais como malhas de aço ou concreto (Isorecort, 2023).

A Tabela 1, mostra seus respectivos valores relacionados às suas características exigidas do EPS e os 7 tipos de EPS fabricados.

**Tabela 1 - Características exigíveis para o EPS (Classe F) - NBR 11752**

PROPRIEDADES	NORMA Método Ensaio	Unid.	TIPOS DE EPS						
			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7
Densidade aparente nominal	NBR 11949	Kg/m <sup>3</sup>	10,0	12,0	14,0	18,0	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	NBR 11949	Kg/m <sup>3</sup>	9,0	11,0	13,0	16,0	20,0	25,0	30,0
Condutividade térmica máxima (23°C)	NBR 12094	W/m.K	-	-	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Tensão por compressão com deformação de 10%	NBR 8082	Tf/m <sup>2</sup>	≥ 3,3	≥ 4,2	≥ 6,6	≥ 8,1	≥ 11,2	≥ 14,7	≥ 16,8
Resistência mínima à flexão	ASTM C-2003	Tf/m <sup>2</sup>	≥ 5,0	≥ 6,1	≥ 12,2	≥ 16,3	≥ 22,4	≥ 28,0	≥ 34,6
Resistência mínima ao cisalhamento	EN-12090	Tf/m <sup>2</sup>	≥ 2,5	≥ 3,0	≥ 6,1	≥ 8,1	≥ 11,2	≥ 13,7	≥ 17,3
Flamabilidade (se material classe F)	NBR 11948	Material Retardante à chama							

Fonte: (Isoplast,2023)

Na construção civil está disponível dois tipos: P (não retardante a chama) e F (retardante a chama), mas obrigatoriamente deve ser empregado o da classe F.

De acordo com a ABNT NBR 11752 (2016), as massas específicas aparentes são divididas em 3 grupos: Tipo I possuem valores entre (13 a 16 kg/m<sup>3</sup>); Tipo II possuem valores entre (16 a 20 kg/m<sup>3</sup>) e Tipo III possuem valores entre (20 a 25 kg/m<sup>3</sup>) (Silva; Araújo; 2021).

## 2.5 ISOLAMENTO TÉRMICO

Por ser um isolante térmico, o EPS dificulta a liberação de calor e permite manter a temperatura ambiente, dispensando ar condicionado ou calefação. A potencialidade de isolamento térmico é expressa no coeficiente de condutividade térmica (CCT). Quanto menor o coeficiente, maior a potencialidade de isolamento térmico obtida com o EPS, levando em consideração a espessura de EPS utilizadas, que varia de acordo com a necessidade de cada obra (Mundo Isopor, 2021).

O isolamento das paredes externas (Figura 12) é o mais eficaz porque elimina as pontes térmicas, reduz o movimento diferencial induzido termicamente das estruturas e aumenta a inércia térmica do edifício. Os isoladores estão sujeitos a tensões hidrotérmicas, mas deste ponto de vista, o poliestireno expandido é um dos materiais mais adequados e geralmente é a única escolha devido à sua hidrofobicidade (Isoplast, 2023).

De acordo com Silva e Araújo (2021) existem três problemas principais ao se projetar um ambiente que tenha conforto térmico:

- **Conforto:** A parede externa da estrutura de isolamento pode evitar grandes variações de calor, ou seja, os raios solares aquecem o edifício e o calor se acumula no interior. Morando em um lugar muito frio, a situação é justamente a oposta, as paredes ficam frias e o calor sai de dentro da casa;
- **Economia:** pode reduzir o tamanho do equipamento de ar condicionado e reduzir os custos de eletricidade;
- **Estabilidade estrutural:** À medida que as mudanças térmicas na estrutura diminuem, com os efeitos de expansão e contração do edifício tornam-se mais estáveis.

**Figura 12 – Isolamento em paredes externas**



Fonte: (Isoplast, 2023)

## 2.6 VANTAGENS E DESVANTAGENS

### 2.6.1 Vantagens

Segundo Silva (2018) o sistema construtivo monolítico, atualmente, é um dos sistemas construtivos em que há significativos avanços sob a ótica técnica, isto desde o tempo de construção, a qualidade final e a economia. Dentre várias vantagens que o uso de sistema construtivo com painéis monolíticos em EPS pode proporcionar.

- **Baixa condutividade térmica:** Sua organização é constituída por inúmeras células fechadas, com diâmetros muito pequenos, repletas de ar, no qual acontece o bloqueio da passagem de calor. Um fundamento que indica a excelente capacidade de isolamento térmico do EPS é a questão de ele ser constituído por 98% de ar e 2% de poliestireno, deixando, por conta da quantidade de ar, o interior das células sem locomoção. A capacidade de isolamento térmico é demonstrada pelo Coeficiente de condutividade térmica (CCT), quanto menor o coeficiente maior a capacidade de isolamento térmico;
- **Baixo peso:** As execuções realizadas na obra são significativamente reduzidas, por conta de seu baixo peso. Facilitando os serviços, ajudando a mão de obra, podendo fazer com que os prazos sejam diminuídos;
- **Baixa condutibilidade térmica:** Devido as suas células fechadas e, a grande quantidade de ar presente no seu interior, acabam atrapalhando a passagem do calor. Dessa forma, demonstrando que o EPS é um bom isolante;

- **Baixa absorção de água:** O EPS não absorve umidade do ar e apresenta uma elevada resistência a passagem do vapor. Mesmo quando submetidos à imersão na água absorvem pouquíssimas quantidades.
- **Facilidade de manuseio:** Em construções, o EPS, é um material adequável aos recursos existentes, já que os materiais que serão aplicados para sua instalação são normalmente utilizados, não sendo fora do comum. Dessa forma trazendo segurança para a conclusão dos projetos, muitas vezes em tempos menores que os prazos estipulados, facilitando sua locomoção pela obra. Por fim, sua estocagem é descomplicada, simples e racional;
- **Leveza:** As densidades do isopor variam entre os 10 – 30 kg/m<sup>3</sup>, permitindo uma redução substancial do peso das construções;
- **Fácil de manusear e colocar:** A questão de sua leveza descomplica o manuseio do EPS na construção, tendo a maioria de seus deslocamentos significativamente diminuídos;
- **Versatilidade:** O EPS tem um modo de produção que é variado com diversas formas e tamanho, assim, podendo adequar-se a todo tipo de projeto;
- **Durabilidade:** mesmo com o passar do tempo, as propriedades do EPS continuam intactas, íntegras, visto que sua vida útil é igual à vida útil da construção. O EPS não enfraquece ou estraga não se deteriora não solta substâncias ao meio ambiente e não é solúvel em água;
- **Absorção de choques:** Por conta de suas células serem fechadas e repletas de ar, o EPS, possibilita uma elevada capacidade de absorção de choques, impactos, quedas, vibrações, pancadas, colisões, etc. desta forma, diminuindo significativamente os danos ao longo do transporte ou armazenamento.

### **2.6.2 Desvantagens**

De acordo com Silva e Araújo (2021) existem dois tipos de desvantagens do EPS:

- **Baixa aderência:** Embora a adesão entre o material e o reboco seja baixa, os blocos especiais de EPS utilizados para o preenchimento da laje foram industrializados, com o objetivo de minimizar essa baixa adesão. A superfície inferior

desses blocos apresenta certo grau de rugosidade, o que pode proporcionar maior aderência entre o EPS e o revestimento.

- Despejo em aterro sanitário: Este é um problema nos aterros porque o material EPS ocupa grande volume e interferem na degradação de outros materiais existentes. Mesmo que seja totalmente reciclável, o ecossistema acabará por ser afetado pela falta de coleta seletiva desse material.

## 2.7 CONFORTO TÉRMICO

O conceito de conforto térmico refere-se ao estado psicológico que expressa a satisfação das pessoas com o ambiente térmico circundante. Quando o equilíbrio térmico é instável, ou seja, quando há diferença entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente, o desconforto por calor ou frio pode causar insatisfação (Lamberts, 2016)

O conforto térmico teve início a partir da ideia de desfrutar de temperaturas amenas. Com o passar dos anos o homem alcançou regiões mais ao norte do planeta, com isso, precisou desenvolver diferentes tipos de abrigo e vestimentas para obter mais conforto durante as mudanças climáticas (Barbosa, 2023).

O conforto térmico é um aspecto cada vez mais importante na construção residencial. Isso não é apenas para prezar pelo bem-estar dos usuários, mas também uma forma de reduzir o consumo de energia e reduzir o uso de ar condicionado artificial (Barbosa, 2023).

De fato, diferentes visões de conforto térmico podem resultar em diferentes combinações de tecnologia e comportamento. Parâmetros ambientais (climáticos) e individuais (subjetivos) fazem parte dos parâmetros que influenciam o estado térmico (Labeee, 2023).

### 2.7.1 Variáveis de conforto térmico

Embora possa parecer simples, existem variáveis que afetam o conforto térmico, tais como: variáveis humanas (metabolismo e vestuário) e variáveis

ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade e umidade relativa) (Lucas, 2020).

- **Metabolismo (Atividade Física)**

O processo para produzir energia interna vem de elementos combustíveis orgânicos. O conforto térmico é experimentado, nessa situação, quando o organismo perde para o ambiente o calor produzido com a atividade física;

- **Resistência Térmica (Vestimentas)**

As roupas servem como um isolante térmico para o corpo. A resistência térmica dependerá do tecido e do ajuste da roupa. O índice de resistência de cada vestimenta segue a ISO 7730 (1994);

- **Ambientais**

As pessoas sentem a perda da temperatura do corpo. Por isso, é muito importante medir (individualmente) os parâmetros do ambiente que influenciam na perda de temperatura.

Outras questões influenciam no conforto térmico como a idade, os hábitos alimentares, altura e sexo.

### **2.7.2 Desempenho térmico em edificações**

O desenvolvimento do comportamento térmico de construções tem se tornado objeto de atenção constante de profissionais da construção especialistas e pesquisadores. Nos últimos anos, além das preocupações com os custos de energia, a construção civil também avançou nas necessidades dos usuários relacionadas à habitabilidade das construções. Assim, existe hoje em dia uma preocupação por estratégias e requisitos de desempenho e conforto térmico dos edifícios através da utilização de soluções construtivas que melhoraram a qualidade da construção, garantindo o funcionamento e exigências de conforto, além de segurança ao usuário (Silva; Araújo; 2021).

O conforto térmico é fundamental para a satisfação dos usuários e quando o conforto não é fornecido dentro de uma edificação impacta diretamente no consumo de energia, visto que os usuários tendem a tomar medidas para deixar o ambiente mais confortável como o uso do ar condicionado (Santo; Alvarez; Rodrigues, 2014).

Segundo Barbosa, (2023) em uma edificação o conforto térmico é fundamental, ele atua como um filtro entre o clima interno e externo. Dependendo do clima local, existem quatro fatores principais para proteger a edificação de forma eficaz:

- Isolamento térmico: os edifícios devem reduzir as perdas de calor nas estações frias. Por outro lado, deve proporcionar um ganho calórico durante a estação quente;
- Ganho solar: afetado pelo nível de isolamento, forma e orientação do edifício. e a relação entre a superfície da janela e as paredes opacas, o tipo de envidraçamento, sombreamento ou sombreamento;
- Inércia térmica: Varia de acordo com a massa e material da edificação. O envelope de alta inércia permanece relativamente estável em relação às mudanças de temperatura (Figura 13);
- Impermeáveis e Ventilados: Permitem trocas de ar controladas com o exterior, proporcionando um clima natural equilibrado.

Além das questões térmicas que podem causar desconforto, as aberturas muito grandes permitem que a luz entre diretamente e se espalhe no ambiente. Como resultado, essas aberturas promovem o ofuscamento da iluminação. Portanto, incluir elementos de sombreamento na própria arquitetura pode ajudar na maioria dos problemas encontrados. Os elementos utilizados incluem beirais, varandas, persianas, brise, vegetações, marquises e até mesmo vidros que foram tratados de alguma forma para regular a entrada de luz (Silva, 2020).

**Figura 13 - Inércia Térmica**

Fonte: (Area ciências, 2023)

A racionalização da utilização de energia está intimamente relacionada com a adaptação da edificação ao clima, evitando ou reduzindo os sistemas de climatização artificial, sejam ambientes de arrefecimento ou aquecimento. Os termorreguladores naturais permitem reduzir o excesso de calor gerado nos edifícios, o que por vezes minimiza os efeitos de climas excessivamente quentes (Frota, 2001).

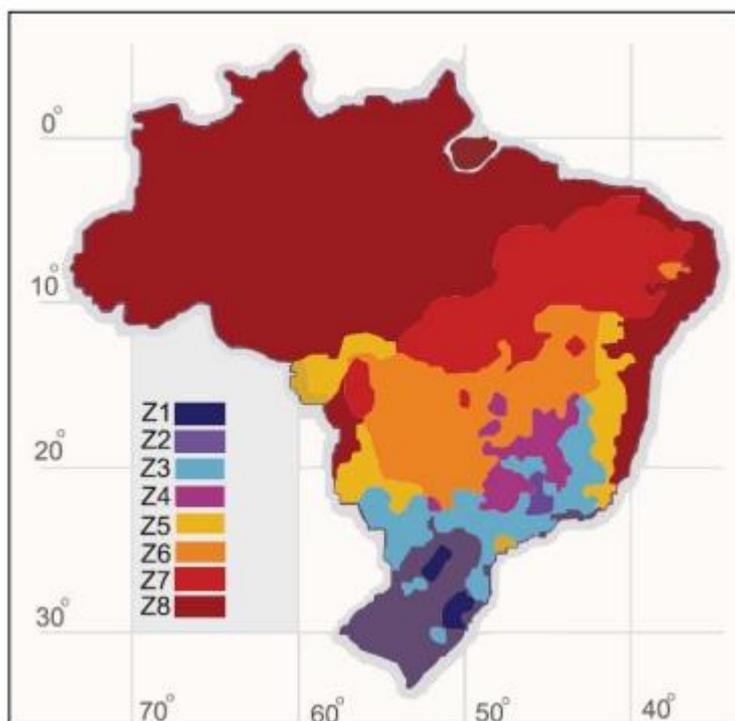
## 2.8 CLIMA

O clima predominante no Brasil é tropical. Diferentes subtipos de climas tropicais (continental, de altitude e semiárido), subtropical e equatorial existem no Brasil devido à continentalidade, natureza marítima, latitude, topografia e massas de ar. Mesmo dentro de uma mesma região geográfica do país existe uma diversidade de climas (Tulio *et al*, 2005).

Para uma melhor normalização do clima brasileiro, em relação à análise térmica dos ambientes, existe um zoneamento bioclimático para o território nacional. Para avaliar o desempenho térmico, é necessário saber como variam a temperatura do ar, humidade relativa, direção e velocidade do vento e radiação solar, não só durante as estações do ano, mas também seus valores (Tulio *et al*, 2005).

A norma ABNT NBR 15220 (2005), apresenta oito zonas bioclimáticas para o Brasil (Figura 14), levando em consideração temperaturas, umidade relativa do ar e as correspondentes médias, máximas e mínimas. mensal e anualmente. Além disso, fornece diretrizes de construção para edifícios em cada zona climática, incluindo tipos de vedação e técnicos para aplicação de condicionamento térmico passivo.

**Figura 14 – Zoneamento Bioclimático Brasileiro**



Fonte: (ABNT NBR 15220, 2005)

## 2.8.1 Clima na região nordeste

### 2.8.1.1 *Clima e Vegetação*

Segundo o Mundo Educação (2023) três tipos de clima podem ser identificados na região Nordeste: tropical, semiárido e equatorial úmido. A primeira possui altas temperaturas e duas estações bem definidas, uma seca e outra chuvosa, com precipitação anual variando de 1800 a 2000 mm e temperaturas variando entre 24°C e 26°C. A segunda tem altas temperaturas e chuvas irregulares, essa característica

climática faz com que as áreas afetadas sequem devido a longos períodos de seca, e a terceira é dominada por alta umidade relativa do ar, além disso, apresenta altas temperaturas com chuvas regulares ao longo do ano.

### 2.8.1.2 *Relevo e Hidrografia*

Os estados que compõem a região Nordeste do Brasil: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe estão sobre um vasto planalto antigo e aplainado pela erosão.

Em relação à hidrografia da região Nordeste, o rio São Francisco é um dos mais importantes do país, no Nordeste, utilizado pelos sertanejos para o transporte de pessoas e mercadorias, além de fornecer água para diversos fins como irrigação.

Para que a edificação tenha um bom desempenho térmico, é necessário analisar bem as características climáticas do local onde está inserido e através dessas informações, adotar as melhores técnicas construtivas. Em áreas com clima quente e seco, recomenda-se que os edifícios possuam ventilação natural de forma controlada, assim auxiliam na renovação do ar nas salas sem causar desconforto aos usuários (Vieira, 2021).

A escolha certa de materiais, a definição certa de volumes as características arquitetônicas e a captação de luz e ventilação natural sem aumentar a carga térmica da edificação, são de extrema importância para garantir o conforto térmico dos usuários da edificação em função das condições climáticas de cada região (Vieira, 2021).

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada no presente trabalho foi uma pesquisa de cunho exploratória e descritiva, com o intuito de realizar um estudo sobre a aplicação do Poliestireno Expandido (EPS) na construção civil, apresentando métodos construtivos, benefícios em relação ao conforto térmico em regiões de climas variados como a região Nordeste e as desvantagens da utilização deste material.

Para aprofundamento desse tema, foi utilizado os descritores Poliestireno Expandido, EPS, aplicação do EPS, processo de fabricação, impacto ambiental, propriedades e tipos, vantagens e desvantagens, na base do Google e Google acadêmico, documentos conforme proposta de estudo, dando prioridades a trabalhos mais recentes.

A pesquisa foi realizada no período de fevereiro a julho de 2023.

Com os dados obtidos possibilitou a análise do estudo do Poliestireno Expandido na construção civil apresentando as vantagens e desvantagens em relação sobre os métodos convencionais atuais.

Baseando na apresentação de maneiras mais eficazes para a melhoria de construções mais sustentáveis, que beneficiem o conforto térmico.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ALVENARIA CONVENCIONAL E POLISTIRENO EXPANDIDO (EPS)

Para comparar uma diferença entre os métodos convencionais e o EPS, foi elaborado um estudo como base de referência a ABNT NBR 15575-4 (2021) (Edificações habitacionais – Desempenho), e os critérios exigidos para a satisfação do usuário.

#### 4.1.1 Resistência Mecânica

Edifícios executados com alvenaria convencional (Figura 15) consistem em vigas, pilares e lajes de concreto armado. Os elementos usados fazem parte da sustentação do edifício, a alvenaria tem a única função de vedar e separar o ambiente. Blocos de cerâmica são comumente usados para isso.

**Figura 15 - Prédio em alvenaria convencional**



Fonte: (AECweb, 2023)

O sistema convencional tem uma resistência mecânica dividida em 2 partes: a primeira como resistência da estrutura de concreto armado, que é determinada pelo dimensionamento de acordo com o projeto e pode suportar altas cargas, e a segunda como resistência da alvenaria de vedação, que não é capaz de suportar cargas adicionais além do seu próprio peso, mas possui boa resistência ao impacto, embora inferior à do sistema EPS.

Segundo Bertoldi (2007) o sistema fechado gerado por painéis monolíticos de EPS é capaz de suportar altos impactos e vibrações, pois foi projetado para resistir a terremotos. Além disso, o valor de resistência à compressão do sistema em EPS deve chegar em torno de 35 Mpa se todas as instruções do fabricante forem seguidas.

#### 4.1.2 Isolamento Térmico

A permeabilidade total de paredes de alvenaria com espessura de 14 cm é de 2,46. O EPS possui uma espessura final de 15 cm, com uma transmitância térmica de 0,43, comparada a alvenaria é superior.

A ABNT NBR 15575-4 (2021) lista limites de transferência de calor para diferentes zonas climáticas (Tabela 2). Como critério comparativo, a maior parte do Brasil está nas zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8, precisa de um valor menor ou igual a 3,7 quando a parede externa tiver absorção menor ou igual a 0,6, ou quando a parede for clara em cor. No caso de absorção de paredes escuras maior que 0,6, requisito para um valor máximo de 2,5. Diante disso, percebe-se que o isolamento térmico do painel de EPS é extremamente melhor do que o isolamento térmico da alvenaria.

**Tabela 2 - Transmitância térmica nas diferentes zonas**

Transmitância Térmica U (W/m <sup>2</sup> .K)		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
U ≤ 2,5	$\alpha^1 \leq 0,6$	$\alpha^1 > 0,6$
	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5
<sup>1</sup> $\alpha$ é absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.		

Fonte: (ABNT NBR 15575-4, 2021)

Na tabela 3, Bertoldi (2007) compara a espessura necessária de alvenaria cerâmica para atingir o mesmo nível de transmissão de calor que o painel EPS. Conseqüentemente, um painel de EPS com espessura final de 15 cm foi considerado equivalente a parede de tijolo medindo 98 cm em termos de isolamento térmico.

**Tabela 3 - Transmitância térmica de diferentes espessuras com alvenaria em tijolo cerâmico e painel em EPS**

Descrição	Espessura EPS (mm)	Densidade EPS (kg/m <sup>3</sup> )	Espessura Painei Argamassado (mm)	Espessura equivalente Alvenaria cerâmica (mm)	Transmitância Térmica (W/M <sup>2</sup> °C)
Painel Parede Ondulado - 25	25	10	80	280	1,266
Painel Parede Ondulado - 50	50	10	110	550	0,72
Painel Parede Ondulado - 90	90	10	150	980	0,43
Painel Parede Ondulado - 140	140	10	200	1510	0,289

Fonte: (Bertoldi, 2007)

#### 4.1.3 Isolamento Acústico

Em termos de conforto acústico, o sistema EPS tem uma pequena vantagem, segundo a Casaforma (2023), o isolamento acústico do painel EPS é de 45dB. Para alvenaria, a Emmedue (2018) reporta um valor de 41dB em paredes da mesma espessura. Para a NBR 15575-4 (2021) é exigido um nível mínimo de isolamento de 30 dB para a carcaça.

#### 4.1.4 Impacto Ambiental

O EPS tem ganhado destaque na construção civil, nas últimas décadas. Por possuir diversas qualidades que beneficiam tanto o meio ambiente, como as edificações, proporcionando mais conforto e praticidade.

Além dos critérios de conforto, é interessante analisar o impacto desses dois métodos no meio ambiente. Por um lado, temos o sistema convencional, que é responsável pela geração de enormes quantidades de resíduos.

Por outro lado, temos um sistema de EPS que produz uma pequena quantidade de resíduos desde o seu processo produtivo até a sua implantação. O EPS é totalmente reciclável e reutilizável, pois consiste em 98% de ar e 2% de poliestireno.

O tempo de decomposição do poliestireno é considerado indefinido - alguns fabricantes afirmam que o material não é biodegradável, não se decompõe, não desaparece no meio ambiente e não contém gás CFC. Isso significa que teoricamente

poderia durar para sempre. No entanto, por ser um derivado do plástico, tende a se degradar lentamente.

Quando descartado de forma inadequada no meio ambiente, o plástico do poliestireno tende a se decompor com o tempo, formando microplásticos que possuem a capacidade de absorver compostos químicos tóxicos como agrotóxicos, pesticidas e metais pesados como mercúrio e chumbo, presentes principalmente em rios, lagos e oceanos.

O EPS possui uma qualidade muito importante que é a alta possibilidade de reciclagem, consequentemente evitando mais desperdícios na obra, por ser um tipo de plástico. As sobras de EPS (aparas, recortes, etc.) podem ser encaminhadas para reciclagem e transformadas em outros itens como material de escritório, porta-retratos, rodapés, entre outros.

#### **4.1.5 Estanqueidade**

No critério de estanqueidade, o tijolo cerâmico é conhecido por apresentar alto grau de porosidade e absorção. Por outro lado, a Celere (2021) aponta o EPS como um material não higroscópico, ou seja, não absorve água, pois um benefício dessa propriedade é a não proliferação de cupins e bolores.

#### **4.1.6 Durabilidade**

A durabilidade da alvenaria é estimada entre 50 e 100 anos, dependendo de como foi fabricado, usado e mantido. Já o EPS, é estimada uma durabilidade superior a 50 anos.

Para NBR 15575-4 (2021), vida útil mínima de projeto, para estruturas de concreto deve ser igual ou superior a 50 anos, portanto, ambos os sistemas atendem a esse requisito padrão.

#### **4.1.7 Tempo e mão de obra**

É possível atingir uma redução de até 50% no tempo total de trabalho. Isso é evidenciado pelo processo de implantação, que não é necessário o uso de pilares e vigas, a fundação pode ser simplificada e instalações adicionais são realizadas com mais facilidade.

O uso de alvenaria convencional é a mais utilizada, mas por muitas vezes devido à falta de mão de obra qualificada e especializada, acarreta muitas patologias durante o trabalho, gerando excesso de trabalho e muito desperdício.

Além disso, o método EPS, deve-se utilizar mão de obra adequada para evitar problemas durante a execução e posteriormente.

#### **4.1.8 Mercado**

O sistema convencional supera o sistema EPS em aceitação e disponibilidade no mercado, pois os materiais são de fácil acesso e já se consolidaram como o método mais utilizado no Brasil. Além disso, diferentemente do sistema convencional, algumas empresas trabalham com limite de 3 ou 4 pavimentos sem a necessidade de utilização de pilares e vigas.

Desta forma, pode-se notar que o EPS pode influenciar direta ou indiretamente esta abordagem construtiva que futuramente poderá ser implementada, como alternativa de uso em áreas com climas e temperaturas mais elevadas, levando a um melhor conforto térmico e acústico, maior produtividade, menor desperdício e redução de custos.

#### **4.1.9 Comparativo entre alvenaria convencional e Poliestireno Expandido.**

A alvenaria convencional é o método construtivo mais utilizado no Brasil. É composto por tijolos cerâmicos ou de concreto que são assentados com argamassa. Este método apresenta as seguintes vantagens:

- Baixo custo de mão de obra;
- Facilidade de execução;
- Grande variedade de materiais disponíveis;
- Versatilidade de uso.

No entanto, a alvenaria convencional também apresenta algumas desvantagens:

- Longo tempo de execução;
- Alto consumo de água;
- Geração de grande volume de resíduos;
- Baixa eficiência térmica e acústica.

O sistema construtivo em EPS é um método relativamente novo que vem ganhando espaço no mercado brasileiro. É composto por painéis de poliestireno expandido (EPS) que são revestidos com argamassa. Este método apresenta as seguintes vantagens:

- Rapidez de execução;
- Baixo consumo de água;
- Redução de resíduos;
- Excelente desempenho térmico e acústico;
- Segurança contra incêndio.

No entanto, o sistema construtivo em EPS também apresenta algumas desvantagens:

- Custo mais elevado que a alvenaria convencional;
- Necessidade de mão de obra especializada;
- Menor resistência mecânica.

O quadro, a seguir apresenta uma comparação entre os dois métodos construtivos:

**Quadro 1: Comparativo entre alvenaria convencional e Poliestireno Expandido.**

Característica	Alvenaria convencional	Sistema construtivo em EPS
Custo	Baixo	Alto
Tempo de execução	Longo	Rápido
Consumo de água	Alto	Baixo
Geração de resíduos	Alto	Baixo
Desempenho térmico	Baixo	Excelente
Desempenho acústico	Baixo	Excelente
Segurança contra incêndio	Boa	Excelente
Resistência mecânica	Boa	Menor
Versatilidade de uso	Alta	Alta

Fonte: Autoria própria, 2023.

A escolha do método construtivo mais adequado deve ser feita considerando as necessidades e os objetivos do projeto. A alvenaria convencional é uma opção mais econômica e versátil, mas apresenta um tempo de execução mais longo e um desempenho térmico e acústico inferior. O sistema construtivo em EPS é uma opção mais rápida e eficiente, mas apresenta um custo mais elevado e exige mão de obra especializada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado buscou demonstrar a importância da execução de obras sustentáveis, produtivas, enfatizando as qualidades e benefícios do uso do EPS para a construção civil comparado aos métodos convencionais de construção.

O objetivo da pesquisa foi estudar o EPS, mostrar seu sistema estrutural, vantagens e desvantagens e conforto térmico em relação a métodos convencionais, mas principalmente para apresentar brevemente uma alternativa eficaz à prática construtiva convencional.

O método construtivo com EPS é de fácil implementação, eficiente e capaz de proporcionar maior produtividade em diferentes tipos de projetos, além de otimizar suas fases, quando bem executado, possibilita uma maior economia, diminuindo o desperdício de material e também redução de mão de obra comparado a um sistema convencional, visto que ainda é capaz de trazer benefícios significativos ao meio ambiente por ser um material 100% reciclável.

Diante das inúmeras vantagens que o EPS pode proporcionar, se destaca por ser um ótimo isolante térmico, leve e de alta eficiência, usado principalmente para construção de paredes, pode criar uma barreira eficiente contra a transferência de calor. Isso ajuda a manter uma temperatura interna mais estável, isolando o ambiente da variação térmica externa.

Existem algumas barreiras em relação a implantação no país, a falta de informação sobre a execução do método é uma delas. Um maior aprofundamento sobre o tema é muito importante para auxiliar a população, demonstrando os benefícios dessa tecnologia, aumentando as construções mais limpas, beneficiando a todos de um modo geral.

Os resultados finais mostram claramente a eficiência do EPS quando o assunto é economia e conforto térmico de uma edificação.

Sugestões para trabalhos futuros:

Por meio da pesquisa surgiu a sugestão de trabalhos futuros.

- Benefício do EPS para a construção de casas populares;
- Comparativo de custos entre regiões do Brasil;

- Análise de temperatura de paredes internas feita com painéis de EPS;
- Análise da estabilidade do sistema monolite a temperaturas elevadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **O que é EPS?** Disponível em: <<http://abrapex.com.br/01oqueeeeps-html/>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

AECweb, **Preço de Vedação Racional e Alvenaria Estrutural | AECweb**, disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/produto/vedacao-racional-e-alvenaria-estrutural/46597>>. acesso em: 19 jul. 2023.

AMBIENTEBRASIL. **Isopor - O Impacto no Meio Ambiente**. Ambientebrasil - Ambientes. Disponível em: <[https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/isopor/isopor\\_-\\_o\\_impacto\\_no\\_meio\\_ambiente.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/isopor/isopor_-_o_impacto_no_meio_ambiente.html)>. Acesso em: 03 jul. 2023.

AREACIENCIAS. **Inercia Térmica - Areacencias**. Areacencias. Disponível em: <<https://www.areacencias.com/fisica/inercia-termica/>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11.752:2016**. Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial – Especificação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220**. Desempenho térmico de edificações – Parte 3- Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**. Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

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

BALBINO, M. S. **Sistema construtivos em painéis monolíticos em EPS: Uma solução para construção de habitações populares no Brasil**. João Pessoa, Paraíba, 2020.

BARBOSA, Jéssica. **Atingindo o conforto térmico nas edificações**. UGREEN. Disponível em: <[BERTINI, A. A. \*\*Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada\*\*. Tese \(doutorado\) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.](https://www.ugreen.com.br/atingindo-o-conforto-termico-nas-edificacoes/#:~:text=Conforto%20t%C3%A9rmico%20na%20hist%C3%B3ria%20da,conforto%20t%C3%A9rmico%20durante%20as%20esta%C3%A7%C3%B5es.></a>>. Acesso em: 9 jul. 2023.</p></div><div data-bbox=)

BERTOLDI, Renato. Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico programa de Pós – Graduação em Engenharia Civil. **Caracterização de Sistema Construtivo com vedações constituídas por argamassas projetada revestindo núcleo composto de Poliestireno Expandido e telas de aço: 2 estudos de caso em Florianópolis**. [s.l.: s.n.], 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89757/241196.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 1 jul. 2023.

CASSAFORMA, **Sistema Construtivo**. Argentina. Disponível em: <<http://cassaforma.com/>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CELERE, **Painéis monolíticos: o que são e quais são suas vantagens**. 2021. Disponível em: <<https://celere-ce.com.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

DUARTE, Bruno; LUCAS, Silva; CARVALHO, Puppim; *et al.* . **AS DIVERSAS UTILIZAÇÕES DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <<https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/as-diversas-utilizacoes-do-poliestireno-expandido-eps-na-construcao-civil.pdf>>.

DOCE OBRA. **Parede de Isopor / EPS: O que é, preço, vantagens e fotos surpreendentes**. Doce Obra. Disponível em: <<https://casaconstrucao.org/materiais/parede-de-isopor/>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

EMMEDUE, **Advanced Building System, Italy**. Disponível em: < [www.mdue.it/](http://www.mdue.it/) >. Acesso em: 20 jul. 2023.

ESTRUTURAR LAJES. **Laje Treliçada Bidirecional** – Estruturarlajes.com.br. Disponível em: <<https://estruturarlajes.com.br/produtos/laje-trelicada-bidirecional/>>. Acesso em: 4 jul. 2023.

FROTA. A. B. Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo / Anésia Barros Frota, Sueli Ramos Schiffer. — 5. ed. — São Paulo: Studio Nobel, 2001.

ISORECORT – **Sua melhor opção em EPS**, Isorecort.com.br, disponível em: <<https://www.isorecort.com.br/>>. acesso em: 20 jul. 2023.

INSTRUÇÃO TÉCNICA Nº 08/2019 - **Segurança estrutural contra incêndio - Bombeiros.com.br**. Disponível em: <<https://bombeiros.com.br/instrucao-tecnica-no-08-2019-seguranca-estrutural-contra-incendio/#:~:text=Estabelecer%20as%20condi%C3%A7%C3%B5es%20a%20serem,segura%20das%20pessoas%20e%20o>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

ISOCENTRO. **Paredes e Painéis de EPS – Isocentro**. Disponível em: <<https://www.isocentro.com.br/paredes-paineis-eps/>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

ISOPOR. M. **Da produção ao descarte EPS ISOPOR** ©.2019. Disponível em: <<https://www.mundoisopor.com.br/downloads/ebook-eps-isopor.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ISORECORT. **Conheça 5 propriedades técnicas do Poliestireno Expandido** - Grupo Isorecort | AECweb. Conheça 5 propriedades técnicas do Poliestireno Expandido - Grupo Isorecort | AECweb. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/especiais/grupoisorecort/materia/conheca-5-propriedades-tecnicas-do-poliestireno-expandido/17648>>. Acesso em: 5 jul. 2023.

LABEEE. **Conforto Térmico | Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Ufsc.br. Disponível em: <<https://labeee.ufsc.br/pt-br/linhas-de-pesquisa/conforto->



REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL. **Isopor - O Impacto no Meio Ambiente**. Ambiente Brasil - Ambientes. Disponível em: <[https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/isopor/isopor\\_-\\_o\\_impacto\\_no\\_meio\\_ambiente.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/isopor/isopor_-_o_impacto_no_meio_ambiente.html)>. Acesso em: 5 jul. 2023.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Características naturais do Nordeste**. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/caracteristicas-naturais-nordeste.htm#:~:text=Na%20Regi%C3%A3o%20Nordeste%20%C3%A9%20poss%C3%ADvel,variam%20entre%2024%C2%BAC%20e%2026%C2%BAC.>>>. Acesso em: 12 jul. 2023.

MUNDO ISOPOR. **EPS como isolante térmico - Mundo Isopor®**. Disponível em: <[https://www.mundoisopor.com.br/inovacao/isopor-como-isolante-termico#:~:text=Como%20o%20EPS%20%C3%A9%20um,de%20condutividade%20t%C3%A9rmica%20\(CTT\).>](https://www.mundoisopor.com.br/inovacao/isopor-como-isolante-termico#:~:text=Como%20o%20EPS%20%C3%A9%20um,de%20condutividade%20t%C3%A9rmica%20(CTT).>)>. Acesso em: 6 jul. 2023.

PIRES, Bárbara Lima. A utilização do poliestireno expandido na construção civil. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 17, n. 06, p. 18–32, 2021. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/poliestireno-expandido>>. Acesso em: 4 jul. 2023.

ISOPLAST. **Placas EPS Isolantes térmicas - Isoplast Ltda**. Disponível em: <<http://isoplast.ind.br/16/produto/placas-eps-isopor>>. Acesso em: 6 jul. 2023.

SANTO, Amabelli D'ell, ALVAREZ Cristina Engel de, RODRIGUES, Edna Aparecida Nico - **Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575**. 2014. Disponível em: [https://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/Proarg\\_20-114.pdf](https://lpp.ufes.br/sites/lpp.ufes.br/files/field/anexo/Proarg_20-114.pdf)  
Acesso em: 10 de jul. 2023.

SANTOS, M. *et al* **Sustentabilidade na Construção Civil: Utilização do resíduo de Poliestireno Expandido como material não convencional**. Salvador, Bahia, 2009.

SILVA, Bruno Duarte; CARVALHO, Lucas Puppim; SILVA JUNIOR, Ramiro Moreira. **As diversas utilizações do Poliestireno Expandido (EPS) na construção civil**. 2015. 17 f. Artigo (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Multivix,

Espirito Santo, 2015. Disponível em: <https://multivix.edu.br/biblioteca/trabalho-de-conclusao-de-curso/>. Acesso em: 13 jun. 2023.

SILVA, Dalete Cristina da Rocha; ARAUJO, Erika dos Santos. **Uso de EPS na construção civil e seu desempenho térmico comparado a alvenaria convencional**. TCC, Curso de Engenharia Civil, UNIEVANGÉLICA, Anápolis-GO, 61p. 2021.

SILVA, Fernando Henrique da. **Demonstração do sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS**. 2018. 20 f. Artigo (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Maringá, Maringá- Pr, 2018. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/707>. Acesso em: 5 jul. 2023.

SILVA, Sabrina. **Elementos de sombreamento na arquitetura: aliados do conforto ambiental**. Ignea. Disponível em: <https://ignea.eco.br/elementos-de-sombreamento-na-arquitetura-e-conforto-ambiental/#:~:text=A%20ado%C3%A7%C3%A3o%20dos%20elementos%20de,deixando%20o%20ambiente%20mais%20fresco.>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

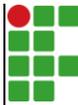
SUPER USER. **Poliestireno expandido: Características e aplicações - Mundo Isopor®**. Mundo Isopor®. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/poliestireno-expandido-o-que-e-e-quais-sao-as-aplicacoes-desse-material/#:~:text=Entre%20as%20possibilidades%20que%20o,rodovias%2C%20concreto%20leve%20e%20contrapiso.>>. Acesso em: 17 jun. 2023.

TESSARI, Janaina. **Utilização de Poliestireno Expandido e Potencial de Aproveitamento de seus Resíduos pela Construção Civil**. 2006. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88811/234096.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 jun. 2023.

TECNOPANEL. **Sistema Constructivo HD**. Pinterest. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/399131585721275031/>. Acesso em: 3 jul. 2023.

TULIO *et al*, **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações**, v. 58, n. 2, p. 133–138, 2005.

VIEIRA, A. P. M. **Análise comparativa térmica entre sistemas de vedação constituídos por paredes sanduíche em concreto armado com núcleo de EPS, alvenaria de vedação de blocos de concreto, tijolos solo cimento para fins de conforto térmico**, 2021. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2021.

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA</b>
	Reitoria
	Av. João da Mata, 256, Jaguaribe, CEP 58015-020, Joao Pessoa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0001-75 - Telefone: (83) 3612.9701

## Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

### TCC

<b>Assunto:</b>	TCC
<b>Assinado por:</b>	Tiago Pereira
<b>Tipo do Documento:</b>	Dissertação
<b>Situação:</b>	Finalizado
<b>Nível de Acesso:</b>	Ostensivo (Público)
<b>Tipo do Conferência:</b>	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Tiago Cesar Pereira, ALUNO (202011220030) DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS - CAMPINA GRANDE**, em 16/02/2024 19:08:48.

Este documento foi armazenado no SUAP em 16/02/2024. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1084280

Código de Autenticação: 857ec4c213

