

## MÉTODO CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS

**William Basílio de Oliveira**  
williambasilioliu@hotmail.com

**Profª Aparecida Massako Tomioka**  
Orientadora

**Resumo:** A construção civil sempre está em busca de novas tecnologias de modo a aperfeiçoar os processos construtivos, buscando maior agilidade nas construções e padronizando os processos a fim de evitar erros de execução, que podem gerar problemas futuros e consumir recursos financeiros ao longo de uma obra e até mesmo em seu período de garantia com manutenções corretivas. O método construtivo que iremos abordar nesse estudo se trata de um sistema inovador na construção civil, porém que se aplica em diversos países no mundo a mais de 40 anos, sendo inclusive criado com o propósito de ser uma edificação com a capacidade de resistir a abalos sísmicos e suportar grandes variações de temperatura. Adaptado ao Brasil, esse sistema permite uma maior agilidade em todos os processos na fase cinza de obra, gerando economia desde a fundação por ser uma sistema mais leve em relação ao convencional utilizado em larga escala hoje, permitindo assim fundações mais simples como o radier em sua maioria, tempo de execução reduzido, menor geração de resíduos na construção, menor desgaste do trabalhador, por utilizar o EPS como núcleo da parede confere ao sistema uma maior desempenho térmico e acústico em relação ao sistema convencional proporcionando uma economia em toda a vida útil da edificação.

**Palavra-chave:** Sistema monolítico. EPS. Construção civil.

## CONSTRUCTION METHOD IN MONOLITHIC EPS PANELS

### ABSTRACT

Civil construction is always looking for new technologies in order to improve construction processes, seeking greater agility in construction and standardizing processes in order to avoid execution errors, which can generate future problems and consume financial resources throughout a project and even during its warranty period with corrective maintenance. The construction method that we will address in this study is an innovative system in civil construction, but it has been applied in several countries around the world for more than 40 years, and was even created with the purpose of being a building with the capacity to resist shocks. seismic and withstand large temperature variations. Adapted to Brazil, this system allows greater agility in all processes in the gray phase of work, generating savings from the foundation onwards as it is a lighter system compared to the conventional system used on a large scale today, thus allowing for simpler foundations such as the raft in for the most part, reduced

execution time, less generation of waste in construction, less wear and tear on the worker, by using EPS as the wall core, it gives the system greater thermal and acoustic performance in relation to the conventional system, providing savings throughout its useful life. of the building.

**Keyword:** Monolithic system. EPS. Construction.

## 1 INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo a humanidade avançou como sociedade e a tecnologia contribuiu para que isso ocorresse, sendo muito relevante para tomada de decisões, em todos os setores o avanço tecnológico ocorre, inclusive na construção civil. Um dos setores que sempre está em busca de melhorias a fim de aperfeiçoar processos e obter maior eficiência, entregando empreendimentos com menor custo e prazo reduzido, e temos um sistema construtivo monolítico que atende essa demanda por eficiência e promete entregar edificações em um prazo menor sem deixar de atender os critérios exigidos na construção civil (ALVES, 2015).

O Sistema construtivo em painéis de EPS com malha estrutural chamado de monolítico veio para ser um substituto da alvenaria convencional, com diversas características vantajosas, e está aos poucos sendo inserido no mercado. No entanto o Brasil tem uma cultura mais conservadora no que diz respeito a métodos construtivos, dificultando a entrada de sistemas inovadores como os painéis monolíticos (BERTOLDI, 2007).

A sustentabilidade é assunto no mundo todo, a humanidade está sempre buscando se desenvolver de forma mais sustentável, a construção civil é grande geradora de resíduos, um dos métodos mais utilizados na construção é o concreto armado com alvenaria de tijolos na vedação, que gera entulho e desperdício de material no seu processo, além de consumo de recurso o entulho gerado pode acarretar diversos problemas para a sociedade e o meio ambiente, por exemplo contaminação do solo, poluição visual do ambiente, doenças graves como dengue, pois o entulho descartado por virar foco de água parada, etc.(LORDÊLO, 2007), a minimização dos impactos se faz necessário, e o método construtivo monolítico promete benefícios para as construções com alta produtividade, trazendo características térmicas acústicas e menor poluição ao meio ambiente (BERTOLDI, 2007).

## 2 JUSTIFICATIVA

Pensando em uma maior velocidade na execução de obras na construção civil, menor geração de resíduo, menos impactos ambientais e na utilização de um material mais leve e de fácil aplicação na construção, o sistema Monolítico no qual utiliza EPS como núcleo de parede e argamassa armada nas duas faces, poderá ser um substituto em relação ao sistema convencional que hoje é mais difundido na construção civil.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Esse Trabalho tem como principal Objetivo, desenvolver um projeto de uma residência unifamiliar no sistema construtivo de painéis Monolíticos em EPS (poliestireno expandido), com estudos e verificação dos principais benefícios sociais, econômicos e ambientais na utilização do método construtivo em questão.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Pesquisar nas bases da literatura técnica, em livros, revistas técnicas, artigos, monografias, dissertações e teses tudo acerca do tema.

Identifica Vantagens e desvantagens do sistema construtivo.

Desenvolver projeto de uma residência unifamiliar e aplicar os conceitos do método.

Comparar o sistema convencional (concreto armado com blocos cerâmicos como vedação) com o sistema Monolítico em painéis de EPS.

### **4 METODOLOGIA**

- O Intuito da pesquisa é demonstrar o processo construtivo do método de painéis monolíticos em EPS, baseando-se em artigos e trabalhos acadêmicos nos quais abordam o tema.
- Realizar visitas técnicas em obras com o sistema Monolítico em EPS, a fim de obter mais informações sobre o processo de execução e as práticas adotadas em obra.
- Realizar pesquisas, entrevistas e formulários eletrônicos, com objetivo de saber o nível conhecimento das pessoas em relação ao sistema construtivo de painéis Monolíticos em EPS.
- Desenvolvimento de um projeto de uma residência unifamiliar de aproximadamente 80m<sup>2</sup> de área construída no sistema de painéis em EPS, fazendo todo levantamento de materiais utilizados e tempo de execução, assim como as técnicas empregadas nesse processo executivo do sistema monolítico em EPS.
- Confrontar os resultados obtidos no estudo e desenvolvimento do projeto da casa de EPS, com os de uma residência de igual metragem, porém no sistema convencional de construção em concreto armado com alvenaria de vedação em tijolos cerâmicos, e assim poder avaliar a viabilidade do sistema Monolítico em EPS para construções de residências de menor porte.

## 5 REVISÃO DA LITERATURA

### 5.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DO EPS (POLIESTIRENO EXPANDIDO)

EPS Expanded Polystyrene é a sigla internacional do Poliestireno Expandido, no Brasil, é mais conhecido como "Isopor", marca registrada da Knauf Isopor Ltda., e designa, comercialmente, os produtos de poliestireno expandido comercializados por esta empresa. Trata-se de um plástico celular rígido, resultante da polimerização do estireno em água, descoberto em 1949 nos laboratórios da empresa Basf, na Alemanha (CARVALHO, 2019).

O poliestireno expandido (EPS) é um plástico celular rígido que pode se apresentar sob diversas formas geométricas e pode desempenhar uma infinidade de aplicações. Apresenta-se como uma espuma moldada, constituída por um aglomerado de grânulos (MANO, 1999).

Segundo Santos (2008), duas características do EPS têm fortalecido a sua presença no mercado consumidor, onde vem obtendo crescente participação: a leveza e a capacidade de isolamento térmico, às quais ainda se associa o baixo custo.

A utilização do material EPS industrialmente abrange uma grande gama de aplicações. Seu emprego vai da agricultura até a construção civil, passando pela indústria de embalagens de eletroeletrônicos, alimentos e bebidas, produtos farmacêuticos, utilitários e decorativos.

Porém, é na construção civil que o EPS tem se destacado devido a adequação de suas propriedades às necessidades das obras, seja pelas suas características de isolante térmico e acústico, como pelo seu reduzido peso específico aliado a alta resistência e facilidade de manuseio (SANTOS, 2008).

### 5.2 POLIESTIRENO EXPANDIDO ( EPS )

O poliestireno expandido é um plástico celular que tem como matéria prima o poliestireno expansível. É um material rígido e de peso reduzido, um hidrocarboneto puro composto somente de carbono, hidrogênio e por 98% de ar. Sua estrutura é formada por milhões de pequenas células fechadas e cheias de ar que lhe conferem características excelentes de isolador térmico e absorvente de choque (OLIVEIRA, 2013).

**Figura 1: Poliestireno Granulado**



FONTE: Silva; Guimarães; Vaz ( 2021).

**Figura 2:** Poliestireno Expandido ( EPS )



FONTE: Silva; Guimarães; Vaz (2021).

### 5.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

O EPS ( Poliestireno Expandido ) se trata de uma espuma na forma rígida, que se obtém através do processo de expansão da resina PS, e esse processo se dá-se o nome de polimerização. A Expansão ocorre com a adição de um agente químico, para que a reação da polimerização ocorra, geralmente utilizado como agente o gás pentano.

Podemos destacar dentre as principais aplicações do Poliestireno Expandido, o uso como isolamento térmico, invólucros de proteção entre outras aplicações. (BEZERRA, 2013).

O poliuretano se trata de uma resina que tem em sua composição polímero termoplástico, elastômero e termorrígido, submetida ao calor, decomposição, liberação de espuma e liberação de gás, ocorre a expansão e o processo de cura, em formato de bolhas. As bolhas aglutinam-se em formato de placas rígidas ou blocos (CRUZ, 2015).

### 5.4 CARACTERÍSTICAS DO POLIESTIRENO

O EPS possui Propriedades que o tornam um material de grande versatilidade de utilização é:

- ✓ **Baixa condutibilidade térmica** – uma das propriedades mais importantes do EPS é sua capacidade de resistir à passagem da temperatura. Por conta da sua estrutura celular, que é constituída por milhões de células fechadas com diâmetros de alguns décimos de milímetros e com paredes de 1 mm. Esta espuma é composta de aproximadamente por 2% de poliestireno e 98% de ar incorporado no processo de expansão. Assim o fator decisivo para a boa capacidade de isolamento térmico do EPS é o de manter, permanentemente, uma grande quantidade de ar, quase imóvel, dentro de sua estrutura.
- ✓ **Leveza** – a massa específica do EPS varia de 10 a 30 kg/m<sup>3</sup>, o que proporciona uma redução considerável de seu peso das construções.

- ✓ **Resistência mecânica** - apesar de ser um material muito leve, o EPS tem uma resistência mecânica razoável, que permite a sua utilização onde esta característica se faz necessária. Sua resistência à compressão varia de 3 a 4 kg/cm<sup>2</sup>.
- ✓ **Baixa absorção de água** - o poliestireno Expandido não é higroscópico. Mesmo quando imerso em água o EPS absorve apenas pequenas quantidades de água. Essa propriedade assegura que o EPS mantenha as suas características mecânicas e térmicas mesmo em contato direto com a umidade.
- ✓ **Fácil manuseio** – o baixo peso do EPS facilita o manuseio e transporte do material em obra, seja para movimentação ou instalação do material.
- ✓ **Versátil**- o EPS pode apresentar-se em diversas formas e tamanhos, que se adaptam sempre às necessidades da aplicação requerida.
- ✓ **Resistente ao envelhecimento** Todas as propriedades do poliestireno expandido permanecem inalteradas ao longo da vida útil do material, que é pelo menos igual à vida útil da estrutura a que pertence como as construções que o utilizam. O EPS não apodrece nem mofa não se dissolve na água e não libera substâncias no meio ambiente. O EPS não é substrato ou alimento para o desenvolvimento de animais ou microrganismos.
- ✓ **Amortecedor de impactos** - A estrutura de células fechadas do EPS cheio de ar garante uma capacidade de absorção muito elevada contra choques, quedas, vibrações, etc., o que permite minimizar danos aos produtos embalados durante o transporte ou armazenamento.

Existem diversas propriedades associadas à composição e utilização do poliestireno, das quais as mais conhecidas podem ser listadas, por exemplo:

- ✓ Fácil de moldar.
- ✓ Material 100% reaproveitável.
- ✓ Baixa absorção de umidade.
- ✓ Baixa densidade.
- ✓ Inerte, atóxico e inodoro.
- ✓ Não gera gases tipo CFC em seu processo de fabricação.
- ✓ Material não oferece risco ao meio ambiente.
- ✓ Não prolifera fungos ou bactérias.
- ✓ Não há contaminação da água, solo e ar.

No entanto, uma de suas principais características é a sua composição, que é composta por 98% de ar e 2% de material. Isso o torna um material muito leve. E entre outras características, propriedades que promovem o uso consciente do material, onde ele pode ser utilizado em diversas áreas de uso, desde a culinária até a construção civil (CRUZ, 2015)

## 5.5 PROCESSO DE PRODUÇÃO

Durante o Processo de produção do poliestireno expandido, ocorrem diversas etapas com a matéria prima, sendo elas denominadas de:

- Pré-expansão
- Armazenamento
- Moldagem

A matéria-prima do poliestireno expandido tem o formato de pequenas esferas semelhantes ao açúcar, e possui o gás pentano em seu interior, gás esse que tem a função de expandir as esferas.

Esse material é levado para a máquina denominada de pré-expansora, onde ocorrerá o processo de expansão dessas minúsculas partículas de poliestireno, nesse processo as partículas ganham volume e perder densidade tornando o material mais leve. Para que isso ocorra a matéria-prima precisa ser aquecida até 90 graus célsius, com isso o gás pentano sai das partículas fazendo com que as mesmas inchem cada vez mais, esse processo se faz por meio de vapor de água.

Em sequência o Poliestireno é retirado da máquina com densidade bem inferior ao que entrou no processo, e com tamanho de até 50 vezes o seu inicial. Passando agora para o processo de armazenagem do poliestireno em Silos, agora iram descansar por aproximadamente 6 horas, uma vez que o processo de expansão continua.

A seguir o material que estava armazenado, passa para o processo de moldagem, onde será injetado em moldes e aquecido com vapor, fazendo com que o material continua a expandir ainda mais, na sequência o processo de fundição do material particulado, unindo as partículas, ficando no formato de acordo com o molde (ABRAPEX – 2016).

**Figura 3:** Pré-expansor



**Figura 4:** Perola de poliestireno-EPS



FONTE: (BERTOLDI, R.H 2007).

## 5.6 TIPOS DE EPS

São fabricados sete diferentes tipos de EPS, cujas propriedades básicas têm os seguintes valores observados na tabela 1.

**TABELA 1:** Tipos de EPS

Propriedades	Norma	Unidade	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	12	14	18	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	9	11	13	16	20	25	30
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	KPa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência mínima à flexão	ASTM C-203	KPa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistência mínima ao cisalhamento	EN-12090	KPa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (se material classe F)	NBR 11948	Material retardante à chama							

FONTE: (Adaptado, NBR 11752, 2007).

O EPS possui propriedades muito favoráveis para uso como enchimento, pois é leve, durável e não serve como alimento para seres vivos, inclusive microrganismos, portanto não favorece a presença de cupins e não se decompõe, promovendo sua vida útil (BERNARDES – 2012).

A Diretriz nº 11 (2014) do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores - SINAT - do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) estabelece que o tipo de EPS utilizado na engenharia civil deve ser designado como "Classe F". Esta classe retarda a propagação da chama e o material exposto ao fogo encolhe e evita que o material se torne combustível para o fogo (DIRETRIZ SINAT Nº11).

A produção de EPS no Brasil se aproxima de 100.000 toneladas por ano. A empresa Knauf é a detentora da Marca Isopor® e o maior fabricante de poliestireno

expandido (EPS) em todo o Brasil, fabricando diversos tamanhos e formatos do material, de diferentes padrões e densidades (MUNDO ISOPOR®, 2017).

Frequentemente o EPS tem sua utilização nas construções de estradas, ferrovias, pontes, edifícios e residências desde a década de 60. O desenvolvimento das normas regulamentadoras dos processos que regem a fabricação e uso do poliestireno expandido, foi de suma importância para que esse insumo possa então ser aplicado na construção civil com seu respectivo padrão normativo (BALBINO, 2020).

**Tabela 2:** Normas que regulamentam o uso do EPS no Brasil

Poliestireno expandido para isolamento térmica -Determinação de absorção de água	NBR 7973/2007
Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica - Permeabilidade ao vapor de água	NBR 8081/2015
Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica - Resistência à compressão - Método de ensaio	NBR 8082/2016
Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial	NBR 11752/2016
Poliestireno expandido para isolamento térmica - Determinação da flamabilidade	NBR 11948/2007
Poliestireno expandido para isolamento térmica -Determinação da massa específica aparente	NBR 11949/2007
Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmico - Determinação da condutividade térmica – Método de ensaio.	NBR 12094/1991

Fonte: Autor, 2023

As Normas Regulamentadoras proporcionam as anotações técnicas que direcionam nas ações baseadas na segurança, controlar os riscos e prevenir doenças ou lesões que podem ser geradas nas atividades profissionais no geral, com isso tanto para o empregado como para o empregador tomem medidas necessárias a fim de evitar quaisquer danos ou acidentes, no âmbito público ou privado (BALBINO, 2020).

## 5.7 RECICLAGEM DO EPS

No processo de reciclagem é feito de forma simples, onde nesse processo de reciclagem primeiro é recolhido todo o material, onde passa por um processamento e triagem, para separar o material reciclável. Na sequência, o material passa por uma máquina que realiza um processo de britagem e compactação, retirando todo o ar do material e reduzindo seu volume em aproximadamente 98%. O material então sai da cooperativa e é transportado até uma usina onde passa novamente por um processo de trituração, esse material compactado é moído e segue para um filtro, aonde todo o volume vai para pequenos compartimentos que podem ser derretidos. e transformados em novos produtos e formas diversas (ABRAPEX – 2016).

## 5.8 SUSTENTABILIDADE

O conceito sustentável cada vez mais está presente em todas as áreas inclusive na construção civil não seria diferente. Em busca de executar edificações em um menor prazo, associada ao baixo custo e um melhor desempenho ambiental. Os painéis de EPS possuem a característica de serem reciclados e proporcionam uma estrutura mais leve, economizando assim no dimensionamento das fundações da edificação, o que traz um olhar especial para esse material, por ser mais leve e 100% reciclável (BARRETO, 2017).

A humanidade precisa tomar medidas de modo a evitar condutas que degradem o meio ambiente, cause poluição, alteração no clima entre outros impactos ambientais, diante disso, a indústria da construção civil precisa estar inserida nesse contexto de sustentabilidade, fazendo com que no seu processo não gere impactos e cada vez mais as edificações sejam sustentáveis, tais ações refletirão para o bem da sociedade (MORAES; BRASIL, 2015).

## 6 HISTÓRICO

O projeto “Monolite” é de origem italiana e foi desenvolvido em uma zona com fortes abalos sísmicos. A ideia principal era criar uma estrutura monolítica que não entrasse em ruína com os terremotos, e foram acrescentados elementos de isolamento acústico e de execução mais célere. A tecnologia foi então desenvolvida com requisitos legais de eficiência estrutural, conforto térmico e resistência à água. O sistema Monolite tem homologação italiana (Certificato d’Idoneità Técnica) emitida em 1985 pelo Instituto Giordianos (ALVES, 2015).

### 6.1 CONCEITO ESTRUTURAL DO SISTEMA MONOLÍTICO EM EPS

Diferente do sistema convencional, as construções com painéis monolíticos em EPS não tem a necessidade da utilização de vigas e pilares. No caso de edificações com mais de 2 pavimentos se faz necessário a utilização dos elementos estruturais vigas e pilares conforme projeto, nessa situação os painéis somente serão utilizados como elemento de vedação da estrutura. Esse sistema construtivo consome apenas 10% do aço utilizado em uma construção no sistema tradicional (COSTA, 2019).

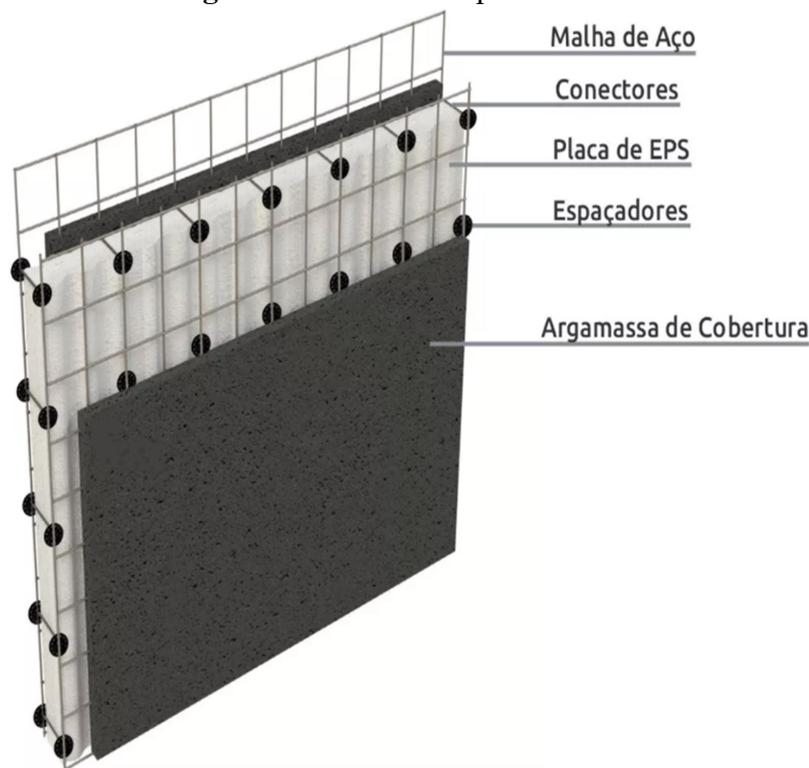
Os sistema construtivo em painéis de EPS de forma a formar um monólito, além de ser leve em relação ao sistema convencional as cargas são distribuídas de forma igual pelas paredes até a fundação, gerando uma economia em relação as estruturas de fundação. Outra característica relevante são as malhas de aço que cobrem toda a superfície dos painéis, a ligação entre os painéis de EPS com a fundação se dá por meio dos arranques fixados na fundação por todo o perímetro das paredes, tornando toda a estrutura conectada (FÜHR, 2017).

As malhas de utilizadas nos painéis de EPS são confeccionadas com aço de alta resistência (AR), superiores ao CA-60, com cessaõ transversal entre 2 mm e 10 mm, com espaçamento entre 5 cm X 5 cm até 30 cm X 30 cm, isso varia de acordo com a

necessidade do projeto estrutural. As conexões entre os encontros de paredes, cantos, aberturas de vãos são feitas com reforços de aço galvanizado nas formas de “L”, ”U”, ou “liso” (BERTOLD, 2007).

A Aplicação desses elementos possuem pontos específicos, por exemplo o “L”, é aplicado nos encontros perpendiculares dos painéis, nas duas faces do painéis interna e externa; “lisos”, é aplicado nas aberturas de vãos de portas e janelas, com dimensões de 30 X 60 cm e orientados de forma diagonal, no ângulo de 45°; e “U”, aplicado na parte interna dos vãos de portas e janelas, auxiliando no combate aos esforços de esmagamento e corte, além de assegurar também, que a argamassa não seja aplicada diretamente sobre o EPS (CAMARGO e FIGUEIREDO, 2019).

**Figura 4:** Estrutura do painel Monolítico



Fonte: Inovasio®

## 7 PROCESSO CONSTRUTIVO

De agora em diante será tratado em detalhes o processo construtivo, utilizado nas etapas de uma construção que utilize painéis monolíticos em EPS, de acordo com as orientações da DIRETRIZ SINAT - Nº11 de 2014, e manuais de execução dos fabricantes do sistema construtivo de acordo com as normas regulamentadoras que regem o processo na construção civil.

### 7.1 FUNDAÇÃO

Antes da Execução da etapa e fundação se faz necessário o devido estudo do solo, e condições do terreno, chamada de serviços preliminares que consiste na limpeza,

capinação, escavação, aterro e compactação. Essa fundação deve ser feita conforme cálculo estrutural e depende do estudo de solo do terreno (COSTA, 2019).

Ainda de acordo com Costa (2019), o tipo de fundação está diretamente ligado com a escolha do projeto. O método construtivo de painéis monolíticos em EPS, se baseia em uma superestrutura mais leve. Com isso, uma economia considerável em aço ocorre na fundação, o que facilita o processo e torna o processo mais simples. Tais condições favorecem a utilização sapatas corridas ou radier.

O tipo de fundação radier é o mais utilizado em obras que tem como método construtivo os painéis monolíticos em EPS, se trata de uma fundação superficial e as cargas se distribuem de forma uniforme no solo, se assemelha a uma laje de concreto. Podemos citar como vantagens desse tipo de estrutura de fundação: rapidez na execução e redução na mão de obra, redução no uso de madeiras pois reduz o número de formas e reduz a possibilidade de recalque diferenciais (MEDEIROS, 2017).

De acordo com o Manual de Execução Isorecort – Monopainel® (2021), as características da resistência do concreto se dá em consideração aos requisitos de durabilidade e resistência de uma estrutura definida em projeto, determinando sua espessura, sobre uma camada de brita, impermeabilizando com uma lona ou manta PEAD (Polietireno de Alta Densidade) de 200g/m<sup>2</sup>. E a armadura a ser aplicada é composta por uma tela de aço CA-60, que pode ser de simples camada ou de dupla camada, essa informação é definida no projeto estrutural, leva-se em consideração as cargas que irão incidir nessa estrutura de fundação no caso a própria edificação e suas cargas acidentais.

Salientando que antes da concretagem do radier, deve-se observar a passagem das tubulações elétricas e hidro sanitárias, e que as mesmas estejam no devido lugar para não gerar transtornos como a necessidade de quebrar o radier para reposicionar alguma tubulação.

**Figura 5:** Fundação do tipo rasa - Radier



Fonte: Portalconstrucaoafacil.com

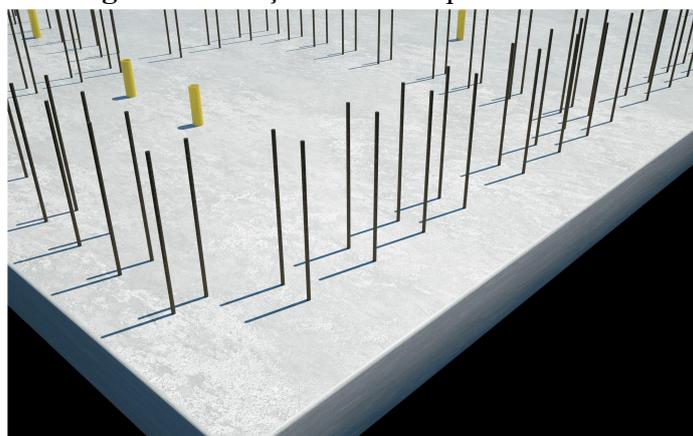
## 7.2 FIXAÇÃO DOS ARRANQUES NA FUNDAÇÃO

Para que os painéis fiquem fixados na fundação, são instalados arranques que são dispostos da seguinte forma, de acordo com o projeto.

Uma das formas de se executar a fixação dos arranques para posterior montagem dos painéis, antes mesmo da concretagem do radier posicionar conforme gabarito e projeto, os arranques de aço 5 mm com 30cm acima do piso, alinhando com o gabarito da obra, 25 cm do ponto inicial da parede e os demais a 50 cm de espaçamento entre eles, intercalando entre face interna e externa do painel.

Na outra situação, já com o radier concretado de 1 a 3 dias, as barras dos arranques são engastadas no radier com uma profundidade de 10 cm, com espaçamento entre eles de 50 cm, de forma alternada na face dos painéis. Utiliza-se o gabarito para a correta marcação dos pontos onde serão instalados os arranques os furos são feitos com uma furadeira com a função mantelete de preferência para facilitar o trabalho, a fixação dos arranques é feita com adesivo epóxi (MONOPAINEL® ISORECORT, 2021).

**Figura 6:** Fixação dos arranques na Radier.



Fonte: Monopainel®

### 7.3 MONTAGENS DOS PAINÉIS

Terminada a etapa de fundação e fixação dos arranques, os painéis já podem ser montados e conectados aos arranques que foram dispostos no radier por todo o perímetro da futura edificação conforme projeto. A amarração dos painéis é feita entre os arranques e a tela de aço do painel, com arame tipo galvanizado ou com uma ferramenta tipo grampeador pneumático, os grampos devem ser compatíveis com o aço utilizado nas telas dos painéis (MEDEIROS, 2017)

O posicionamento dos painéis deve seguir as especificações do projeto. É possível a compra dos painéis já com as aberturas de portas e janelas, facilitando a montagem e agilizando o processo como um todo, lembrando que é necessário a colocação dos reforços em todas as aberturas (ROSA, 2021).

Segunda Alves (2015), No processo de Movimentação e colocação dos painéis, um único funcionário é necessário, não há necessidade de mão de obra especializada. Etapa que não necessita de ferramentas especiais ou complexas nem mesmo pesadas, pois os painéis são leves e de fácil manuseio e montagem (BERTOLDI, 2007).

**Figura 7:** Montagem dos painéis monolíticos em EPS



Fonte: Monopainel®

#### **7.4 ALINHAMENTOS DOS PAINÉIS E ABERTURA DOS VÃOS**

Nesta etapa orienta-se que sejam utilizadas régua de alumínio (ou madeira aparelhada), de modo a formar dois apoios no sentido horizontal dos painéis, uma apoio a 60 cm do chão e outro fixado aproximadamente 2 metros do chão. Fixação essa que deve ser feita nas duas faces do painel, presas umas as outras com arame recozido, passado entre o EPS.

Nos locais onde terão portas, janelas e aberturas de passagem, deve ser demarcado no painel o local da abertura com tinta spray, a fim de orientar o corte dos vãos, será feito o corte das malhas onde está demarcado e posterior o recorte do EPS (utilizado tesoura para vergalhão ou lixadeira), e para as placas de EPS (utilizado serra de mão ou estilete). Sempre que fizer uma abertura no painel se faz necessária a colocação de reforços com material igual da malha utilizada nas faces dos painéis, telas eletrosoldadas em suas bordas (tipo “U”), já nos cantos das aberturas (tipo “I” a 45°) (MONOPAINEL® ISORECORT, 2021).

**Figura 8:** Alinhamento e Prumo dos painéis



Fonte: Monopainel®

## 7.5 PASSAGENS DE INSTALAÇÕES

Na maioria dos casos, independente do método construtivo assim que as paredes são executadas, se faz necessário as aberturas ou cortes para passagem das tubulações elétricas e hidro sanitárias. Alves (2015) apresenta que, diferente dos outros sistemas construtivos, os painéis monolíticos não tem a necessidade de quebras a parede depois de pronta, pois o processo da passagem das tubulações se faz antes do reboco, não tendo geração de resíduos nesse processo, mantendo o local limpo.

Os materiais utilizados e o método de instalação são iguais a qualquer outro sistema convencional, mas nesse método o processo é facilitado, de execução simples e ágil. Primeiramente são demarcados os pontos onde serão feitas as aberturas para passagem das tubulações elétricas e hidro sanitárias, geralmente com um spray ou pincel. Na sequência com o uso de um soprador térmico se faz as aberturas no EPS, por meio do calor do soprador térmico o EPS se retrai abrindo espaço para passagem das tubulações. Outra forma de fazer as aberturas pode ser com um maçarico a gás (ALVES, 2015).

Em caso de necessidade de corte das telas para passagem de tubulações rígidas, deverá recompor as telas com reforço do tipo “I”, no caso de instalação das esquadrias (portas e janelas), a recomendação é requadrar os vãos deixando uma sobra de 2 cm de cada lado, possibilitando a instalação dos marcos e batentes, geralmente utilizado espuma expansiva de poliuretano (MONOPAINEL® ISORECORT, 2021).

**Figura 9:** Passagem das Tubulações



Fonte: Monopainel®

## 7.6 PROJEÇÕES DA ARGAMASSA ESTRUTURAL

Na etapa de revestimento conforme Costa (2019), a cobertura deve ser feita em duas camadas, a primeira serve para preencher de microconcreto entre o EPS e a malha de aço e a outra camada para finalizar o acabamento. Como no sistema convencional deve se fazer as mestras com a finalidade de garantir o correto nivelamento da camada de cobertura e sua espessura final.

Para garantir o acabamento da camada de argamassa estrutural até o limite com a malha de aço, deve se fazer o uso de mestras alinhadas e aprumadas, a fim de obter uma camada de argamassa de 3,5 cm nas duas faces do painel. Para evitar que a parede sofra refração diferencial nas faces, deve se garantir que as camadas de argamassa estão com

a mesma espessura nas duas faces do painel monolítico, o microconcreto é projetado entre as mestras preenchendo o espaço. Indica-se a utilização de um projetor pneumático, para acelerar o processo e obter maior produtividade e qualidade nessa etapa (ROSA, 2021).

De acordo com Costa (2020) e Isorecort (2020), o traço da argamassa é composto uma parte de cimento para 3 partes de areia (1:3), adicionando ainda 200 ml de aditivo plastificante e 200 g de fibras de polipropileno.

**Figura 10:** Painel com primeira camada de argamassa projetada



Fonte: Monopainel®

Assim que a cura da primeira projeção for atingida em média 48 horas, deve-se colocar os batentes e caixilhos. Ao mesmo tempo já pode iniciar a retiradas das escoras de apoio doa painéis, pois a estrutura já está com características autoportantes, de acordo com Lueble (2004).

De acordo com Alves (2015), nível e prumo de paredes conferidas, caixilhos e batentes instalados e protegidos, passado o tempo de 48 horas necessário para a cura da primeira camada de projeção de argamassa, pode-se iniciar a segunda camada, a espessura é definida em projeto arquitetônico.

O acabamento fica a critério do cliente, todo e qualquer material utilizado nas construções convencional pode ser aplicado nas obras de painéis monolíticos em EPS.

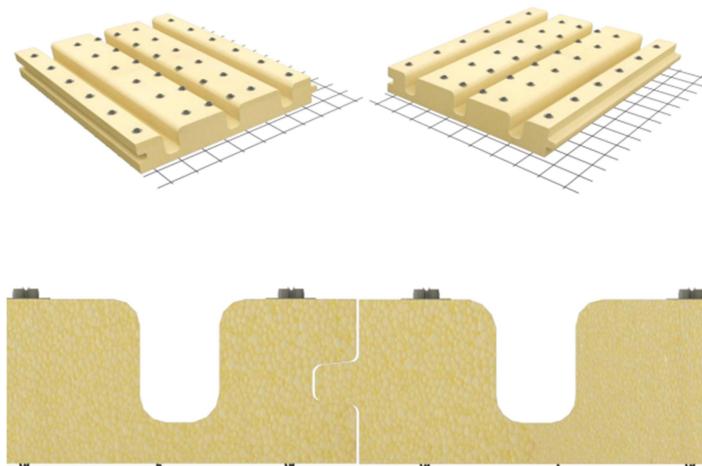
## 7.7 MONTAGENS DA LAJE

Segundo Barreto (2020), após a fase de revestimento das paredes com argamassa estrutural aplicada nas duas faces do painel conforme projeto que determinará sua espessura, esperado o tempo de cura de 48 horas, pode-se iniciar a montagem da laje de cobertura ou continuidade para o próximo pavimento.

Passado o prazo de cura para a laje, inicia-se a montagem das estruturas de madeira para o telhado.

De acordo com Costa (2019), se a laje for composta de painéis de EPS na forma inclinada de execução, o madeiramento (Ripas) e telhas são fixados diretamente na estrutura de concreto, proporcionando uma economia em estruturas de madeira.

**Figura 11:** Painel de EPS para execução de laje



**Fonte:** Monopainel®

Diferente dos painéis utilizado nas paredes como estrutural, no caso dos painéis utilizados para a laje de cobertura, a malha não possui função estrutural, somente para combater os esforços de flexão, durante a fase de execução da laje, decorrente do transito dos trabalhadores e outras cargas incidentes no processo sobre o EPS (ISORECORT, 2021).

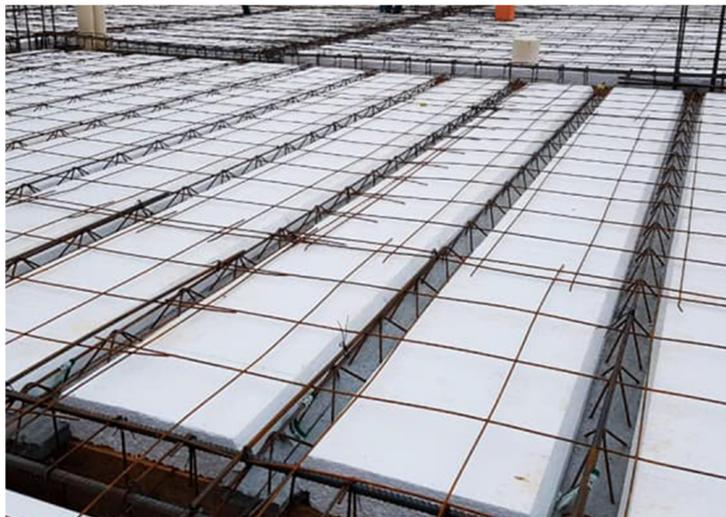
Nas Nervuras longitudinais são dispostas barras de aço, para execução do calculo deve-se considerar, comprimento do vão a ser vencido, e as cargas que incidiram no pano de laje, as tubulações elétricas e hidráulicas também podem utilizar as nervuras para sua passagem ou caso precisa poderá ser aberto sulcos com o soprador térmico (ISORECORT, 2021).

**Figura 12:** Aplicação do telhado em laje inclinada



**Fonte:** <https://www.amorimcorkinsulation.com>

**Figura 13:** Laje convencional pré-fabricada



Fonte: <https://www.lajesconceicao.com.br>

De acordo com Bernardes (2012), assim como no sistema convencional a laje de cobertura pode ser do tipo pré-fabricada tipo treliça, utilizando lajotas cerâmicas ou mesmo de EPS que apresenta diversas vantagens como:

- ✓ Leveza, pesando entre 10 á 25 Kg/m<sup>3</sup> (cerâmica = 800 Kg/m<sup>3</sup>)
- ✓ Fácil de manusear e transportar
- ✓ Menor tempo de montagem até 50% menos
- ✓ Diminuição da perda da nada do cimento melhorando a cura da laje
- ✓ Melhor isolamento térmico
- ✓ Resistência de compressão 1000 a 2000 Kg/m<sup>2</sup>
- ✓ Proporciona redução no dimensionamento das estruturas de fundação

## 8 QUANTIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

O Objeto de estudos e comparativo entre os métodos construtivos, alvenaria convencional com a utilização de vigas e pilares para estrutura e tijolos cerâmicos como vedação contra os painéis monolíticos de EPS, esse comparativo será feito como base o projeto de uma residência unifamiliar com área construído de 80 m<sup>2</sup>, pé direito de 2,60 m com laje pré-fabricada em treliças e vigotas em EPS, com uma platibanda de 1,20 m de altura em todo o perímetro da edificação, todas as paredes com espessura final de 16 cm.

As etapas a serem comparadas são desde a fundação até o final da etapa cinza de obra, que seria toda a edificação rebocada e com os vãos e aberturas de portas e janelas requadrados, prontos para instalação das esquadrias e acabamento das paredes.

Na etapa de acabamento tanto os matérias utilizados nesta etapa da obra quanto a mão-de-obra são idênticas, não sendo necessário o comparativo.

Abaixo na figura 14 temos a identificação do projeto, no qual será feito o quantitativo e comparativo.

**Figura 14:** Projeto residência de 80m<sup>2</sup> área construída



Fonte: Próprio Autor

## 8.1 COMPOSIÇÃO PARA OBRA DE ALVENARIA

**Tabela 3:** Levantamento de custos obra no sistema convencional

Composições						
<b>Comp 01</b>	Composição orçamentária para uma Obra de 80m <sup>2</sup> de área construída, entrega com toda etapa cinza concluída, requadro de portas e janelas, nenhum material ou serviço de acabamento está incluso, método construtivo convencional com pilares de vigas em concreto armado fundação rasa em sapatas de 70x70x30cm, baldrame de 20x30cm, pilares 15x30x260cm, com vedação em blocos cerâmicos com dimensões de: 14x19x29cm consumo de aproximadamente 25 blocos por m <sup>2</sup> , concreto utilizado na Obra será usinado com especificação de fck 25mpa, equipe para produção do projeto será composta de 1 pedreiro e 1 servente/ajudante.					
Item	Origem	Descrição	Unidade	QTD	VI. Unitário	VI. Parcial
1	Cotação	Madeiras de 30 cm - 3 Metros	unidade	129	R\$ 52,90	R\$ 6.824,10
2	Cotação	Madeiras de 15 cm - 3 Metros	unidade	48	R\$ 27,99	R\$ 1.343,52
3	Cotação	Madeiras (Sarrafo) de 5cm - 3 Metros	unidade	122	R\$ 9,90	R\$ 1.207,80
4	Cotação	Vergalhão Aço Nervurado de 10 mm 3/8" Barra 12m CA-50	Unidade	90	R\$ 47,50	R\$ 4.275,00
5	Cotação	Vergalhão Aço Nervurado de 4,2 mm 3/16" Barra 12m CA-60	Unidade	19	R\$ 12,79	R\$ 243,01
6	Cotação	Tela Soldada Aço malha Top leve 3,4 mm 20 X 20cm 2x3m CA-60	Unidade	17	R\$ 33,90	R\$ 576,30
7	Cotação	Concreto fundação, laje, vigas e pilares fck 25mpa Usinado	m <sup>3</sup>	26,54	R\$ 489,00	R\$ 12.978,06
8	Cotação	Tijolos de 14x19x29 cm cerâmico	Unidade	6000	R\$ 1,70	R\$ 10.200,00
9	Cotação	Argamassa de Assentamento traço 1:2:8 1,5cm	m <sup>3</sup>	7	R\$ 437,92	R\$ 3.065,44
10	Cotação	Argamassa de Chapisco traço 1:3 0,5cm	m <sup>3</sup>	3	R\$ 384,00	R\$ 1.152,00
11	Cotação	Argamassa de Emboço traço 1:2:8 1cm	m <sup>3</sup>	6	R\$ 438,00	R\$ 2.628,00
12	Cotação	Argamassa de Reboco traço 1:2:6 1cm	m <sup>3</sup>	6	R\$ 482,93	R\$ 2.897,58
13	SINDUSCONSP	Passagem de tubulações elétricas e hidrosanitárias	H	36	R\$ 35,00	R\$ 1.260,00
14	SINDUSCONSP	Pedreiro com Encargos Complementares	H	630	R\$ 32,00	R\$ 20.160,00
15	SINDUSCONSP	Servente Com Encargos Complementares	H	630	R\$ 21,00	R\$ 13.230,00
					<b>Insumos</b>	<b>R\$ 47.390,81</b>
					<b>Mão de Obra</b>	<b>R\$ 34.650,00</b>
					<b>Total</b>	<b>R\$ 82.040,81</b>
					<b>M<sup>2</sup> DE OBRA</b>	<b>R\$ 1.025,51</b>

Fonte: Autor, 2023

## 8.2 COMPOSIÇÃO PARA OBRA DE EPS

**Tabela 4:** Levantamento de custos obra no sistema de painéis monolíticos de EPS

Composições						
Comp 02	Composição orçamentária para uma Obra de 80m <sup>2</sup> de área construída, entrega com toda etapa cinza concluída, requadro de portas e janelas, nenhum material ou serviço de acabamento está incluso, método construtivo em Painéis monolíticos de EPS, fundação rasa do tipo Radier de 10cm de espessura, concreto utilizado na Obra será usinado com especificação de fck 25mpa, serão projetadas 2 camadas de argamassa estrutural no traço 3:1 200ml de aditivo plastificante para cada saco de 50kg de cimento e 200g de fibra de polipropileno a cada saco de cimento de 50kg, equipe para produção do projeto será composta de 1 pedreiro e 1 servente/ajudante.					
Item	S	Descrição	Unidade	QTD	VI. Unitário	VI. Parcial
1	Cotação	Madeira de 15 cm Radier - 3 Metros	Unidade	17	R\$ 27,99	R\$ 475,83
2	Cotação	Madeiras (Sarrafo) de 5cm - 3 Metros	Unidade	32	R\$ 9,90	R\$ 316,80
3	Cotação	Vergalhão Aço Nervurado 8 mm 5/16" Barras de 12m	Unidade	6	R\$ 31,80	R\$ 190,80
4	Cotação	Painéis monolíticos para o térreo 1000x3000x80mm	m <sup>2</sup>	160,42	R\$ 165,00	R\$ 26.469,30
5	Cotação	Painéis monolíticos Platinbanda 1000x3000x80mm	m <sup>2</sup>	54,42	R\$ 165,00	R\$ 8.979,30
6	Cotação	1ª Camada de revestimento Microconcreto traço 1:3 1cm	m <sup>3</sup>	5	R\$ 394,30	R\$ 1.971,50
7	Cotação	2ª Camada de Revestimento Microconcreto traço 1:3 2cm	m <sup>3</sup>	10	R\$ 380,86	R\$ 3.808,60
8	Cotação	Aditivo Plastificante colante 200ml/50kg de cimento	Litros	21	R\$ 9,43	R\$ 198,03
9	Cotação	Fibra de polipropileno 200 g/50kg de cimento	Kg	21	R\$ 53,60	R\$ 1.125,60
10	Cotação	Concreto fundação, laje fck 25mpa Usinado	m <sup>3</sup>	18	R\$ 489,00	R\$ 8.802,00
11	SINDUSCONSP	Passagem de tubulações elétricas e hidrosanitárias	H	27	R\$ 35,00	R\$ 945,00
12	SINDUSCONSP	Pedreiro com Encargos Complementares	H	252	R\$ 32,00	R\$ 8.064,00
13	SINDUSCONSP	Servente Com Encargos Complementares	H	252	R\$ 21,00	R\$ 5.292,00
					<b>Insumos</b>	R\$ 52.337,76
					<b>Mão de Obra</b>	R\$ 14.301,00
					<b>Total</b>	R\$ 66.638,76
					<b>M<sup>2</sup> DE OBRA</b>	R\$ 832,98

Fonte: Autor, 2023

## 9 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Em qualquer sistema construtivo, podemos notar as vantagens e desvantagens e quando se trata do sistema de painéis monolíticos de EPS não é diferente.

Comparando o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico de EPS, é possível notar uma maior economia do método em EPS além do tempo reduzido de execução da obra até final da etapa cinza em relação ao método convencional, o consumo de água é reduzido durante a obra, a geração de resíduos é menor e não fazem mal à saúde de quem está trabalhando, não há contaminação do solo, todo resíduo gerado na obra é reaproveitável ou reciclável.

O Prazo reduzido de obra é considerável, o isolamento térmico e acústico é superior ao método convencional (COSTA, 2019).

Os painéis monolíticos de EPS trazem ganhos, melhor qualidade de vida para o trabalhador da construção civil, pela leveza dos painéis e duas dimensões maiores contribuem para que não haja trabalhos repetitivos, como o assentamento de tijolos e posições onde a ergonomia fique prejudicada, podendo trazer maiores transtornos à saúde futura desse trabalhador (SANTOS, 2014).

A facilidade de moldagem do material EPS é uma vantagem por facilitar e dar mais agilidade ao processo, podendo se adequar a qualquer projeto arquitetônico em tamanho e forma. A agilidade e finalização do tempo de obra é um ponto considerável, menor desperdício de material, por se tratar de um material leve o peso que será descarregado para as fundações é menor, facilitando os cálculos e diminuindo as estruturas de suporte, e conseqüentemente mão de obra (SANTOS, 2014).

O Valor inicial de uma obra no sistema de painéis monolíticos de EPS, se apresenta elevado em relação ao convencional, mas, o valor gasto inicialmente se

recupera com a agilidade de execução e simplicidade dos processos construtivos do método em painéis de EPS, geralmente as fundações são de simples execução como o “radier” rápido e fácil de executar com menor custo de mão de obra e material, que ao ser adicionado no cálculo final fazem a diferença para uma obra mais econômica, e todo resíduo gerado é reciclável (SANTANA, 2020).

Podemos citar as vantagens do método construtivo em painéis monolíticos de EPS, a baixa procura dificultando o desenvolvimento e concorrência na indústria barateando ainda mais os insumos para o sistema, a baixa absorção de água do EPS e pouca aderência a argamassa, necessita a utilização de aditivos onerando o processo, a não execução da técnica correta pode gerar patologias como trincas e fissuras no reboco sendo necessário o tratamento posterior, muitas pessoas consideram o EPS frágil isso já impede a procura do método (SANTOS, 2014).

Diversos Autores notam que os painéis monolíticos de EPS quando utilizado como sistema construtivo, suas vantagens superam as desvantagens, por agregar pontos positivos a construção se comparado com o sistema convencional. Os painéis de EPS são de fácil manuseio e rápidos de montar, a facilidade de passagem das tubulações é um ponto considerável a favor do método, gerando pouco resíduo de obra e agilizando o processo, além de reduzir drasticamente o esforço físico do trabalhador (BARRETO, 2017).

## 10 CONCLUSÃO

Ao comparar com o sistema convencional que utiliza como infraestrutura brocas, sapatas, vigas baldrame e como superestrutura os pilares, vigas e as paredes de fechamento podendo ser de tijolos cerâmicos, nota-se que o sistema de EPS mostra um valor muito próximo em relação aos materiais utilizados para a obra, e caso seja feita a fabricação dos painéis “in loco” pode-se obter uma economia considerável tornando o método mais econômico que o convencional se analisado somente os insumos.

Analisando as tabelas orçamentárias nota-se que a escolha em construir com painéis de EPS no sistema monolítico, trouxe uma economia em material e mão de obra de 19% e caso seja fabricado os painéis na obra a economia chega a 27%, foi analisado até o final da etapa cinza de obra.

Em relação ao tempo de execução do sistema em painéis monolíticos de EPS, a redução é considerável chegando a 60% no final da etapa cinza de obra, que seria todas as paredes em ponto de aplicação do acabamento fino e os vãos requadrados prontos para recebimento das esquadrias.

O sistema em painéis monolíticos de EPS não é novo, porém no Brasil é pouco divulgado, e por isso poucas pessoas o conhecem. Ao se utilizar o método construtivo têm-se inúmeras vantagens e ganhos para quem utiliza, há necessidade de maior divulgação dos benefícios, consequentemente uma maior aceitação.

Toda divulgação deve-se ressaltar os benefícios de utilizar um sistema construtivo que tem maior eficiência, reduzindo os prazos de obra, melhorando a qualidade de vida dos trabalhadores, diminuindo os resíduos, melhor desempenho térmico e acústico, que irá proporcionar maior conforto para quem residir nesse imóvel e a utilização de um material 100% reciclável e reutilizável devem ser pontuadas.

A resistência das pessoas ao método construtivo, quando apresentado se da pelo caráter cultural e conservador do seguimento da construção civil, por analisarem somente o aspecto visual do sistema que apresenta como elemento central de divulgação o EPS (poliestireno expandido), porém esse material não possui função estrutural das paredes, ele trará às características de um melhor desempenho térmico e acústico a edificação, tal desconfiança é normal por desconhecer o sistema.

O método construtivo ainda apresenta uma falta de padronização específica, ainda não há uma norma técnica, o que é um complicador para que o sistema seja difundido e assim considerado como alternativa viável para as construções.

Se faz necessário a união de engenheiros com o objetivo de padronizar as etapas de execução assim como os cálculos estruturais do sistema. Construir com painéis monolíticos em EPS representa uma economia considerável nos custos de uma obra. O tempo reduzido para execução das etapas construtivas, essa redução mostra-se positiva, mesmo com o alto custo dos painéis de EPS. Uma maior demanda da construção civil por painéis monolíticos em EPS possibilitará uma redução no preço.

Como pode ser notado na pesquisa, esse método construtivo possui mais vantagens do que desvantagens. Possui elevada qualidade, atende todos os requisitos de desempenho de uma edificação, podendo então substituir sem nenhum prejuízo o sistema convencional hoje aplicado em larga escala no Brasil.

Como já citado anteriormente, a nítida desconfiança ou mesmo repulsa, se da pelo desconhecimento em relação a segurança na utilização do sistema, tanto de engenheiros, arquitetos e mesmo de clientes, devido ao apego no método convencional de construção, a resistência de optar pelo novo e a ausência de um corpo técnico dedicado para demonstrar os benefícios e qualidade do sistema.

estudos e nos ensaios, se a opinião mudou e, além disso, se despertou interesse em utilizar e até mesmo adquirir um imóvel edificado com os painéis monolíticos de EPS.

## 12 REFERÊNCIAS

ABRAPEX. **Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. Aplicações do EPS na construção civil.** São Paulo, 2016.

ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema construtivo em painéis de EPS. 2015.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7973/2007 - **Poliestireno expandido para isolamento térmica - Determinação de absorção de água.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8081/2015 - **Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica - Permeabilidade ao vapor de água.** Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8082/2016 - **Espuma rígida de poliuretano para fins de isolamento térmica Resistência à compressão - Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11752/2016 - **Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11948/2007 – **Poliestireno expandido para isolamento térmica - Determinação da flamabilidade.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11949/2007 - **Poliestireno expandido para isolamento térmica - Determinação da massa específica aparente.** Rio de Janeiro, 2007.

BALBINO, Matheus de Souza. **Sistema construtivo em painéis monolíticos de eps: uma solução para a construção de habitações populares no Brasil.** Monografia - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB -2020.

BARRETO, M. N. **casa EPS – edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido.** Monografia Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2017.

BERNARDES, M. et al. **Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em Habitação de Interesse Social.** Faculdade Meridional – IMED, Passo Fundo, 2012.

BERTOLDI, R.H. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis.** 2007.

BEZERRA, Luciano André Cruz, **Análise do desempenho térmico do sistema construtivo de concreto em EPS como agregado graúdo** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, 2013.

CAMARGO, Gustavo Masselli; FIGUEIREDO, Felipe Bittencourt, **Análise de viabilidade de implementação da vedação com painéis monolíticos de eps como substituto à alvenaria convencional na cidade de Dourados – MS.** 2019.

CARVALHO, Marcelle Abrão de. **Aplicação de resíduos de poliestireno expandido (EPS) no desenvolvimento de blocos e telhas de concreto na construção civil visando aplicação em obras de interesse social.** Universidade de Ribeirão Preto, SP, 2019.

COSTA, Lucas Felipe Terencio. **Casa de eps: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais,** 2019 Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário CESMAC, Maceió-AL, 2019.

CRUZ, Tatiane Tobias da. **Uso da avaliação do ciclo de vida para a determinação na redução de emissões de gases do efeito estufa e do consumo de energia associados a reciclagem de EPS** – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

DIRETRIZ SINAT N°11 – **Diretriz para Avaliação Técnica de Produtos,** paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto – Ministério das Cidades – secretaria Nacional da Habitação, Brasília, 2014.

FÜHR, André Graziela. **Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto com vedações verticais com painéis monolíticos em eps e com blocos cerâmicos,** 2017.

ISORECORT. **Monopainel Isorecort – Ebook: Saiba como construir com painéis monolíticos de EPS 2020.** Ribeirão pires - SP.

ISORECORT. **Monopainel Isorecort – Manual de Execução. 2021,** Ribeirão Pires-SP.

LORDÊLO, Patrícia Miranda; DE ABREU EVANGELISTA, Patrícia Pereira; DE ALMEIDA FERRAZ, Tatiana Gesteira. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem.** Senai, 2007.

LUEBLE, Ana R.C.P. **Construção de habitações com painéis de EPS e argamassa armada.** Revista FENEC - , IV EREEC , João Pessoa, 2017.

MANO, E.B., **Polímeros como materiais de engenharia,** Edgard Blucher, São Paulo – SP, 1999

MORAES, Carolina Brandão; BRASIL, Paula de Castro. **Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental.** In: 4º SEMINÁRIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS – 1º FÓRUM DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES, 4 e 5 de novembro de 2015. Anais. Passo Fundo - RS, 2015.

MUNDO ISOPOR®. **Poliestireno Expandido: Características e Aplicações.** 2019. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/poliestireno-expandido-o-que-e-e-quais-sao-as-aplicacoes-desse-material> - Acesso em: 27 set. 2023.

NBR 11752 - Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial. 2007.

OLIVEIRA, Livia Souza de. **Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (isopor) em compósitos cimentícios.** Universidade Federal de São João del-Rei, Minas Gerais, 2013

ROSA, J. C. **Dedcrição dos processo construtivo de residências utilizando painéis eutoportantes de EPS.** 2021. Curso de Engenharia Civil, Instituto Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

SANTANA, Murillo Rodrigues Cappelle; SOARES, Renato Alberto Brandão. **Estudo de paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa.** Braz. J. of Develop., Curitiba, 2020.

SANTOS, Ruan Faria Carvalhosa dos. **Sistema Monolítico e Alvenaria de Blocos Cerâmicos – Estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações.** (Monografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014

SANTOS, R. D. **Estudo térmico e de materiais de um compósito à base de gesso e EPS para construção de casas populares.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

SOUZA, A. C. A. G. **Análise comparativa de custos de alternativas tecnológicas para construção de habitações populares.** - Universidade Católica de Pernambuco. Recife, PE, 2009.

SOUZA, L.G.M. **Viabilidades térmica, econômica e de materiais da utilização de tubos de PVC como elementos absorvedores em coletores de um sistema de aquecimento de água por energia solar** - Tese de Doutorado do Programa de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais da UFRN, Natal – RN, 2002.