

O Uso de Placas Monolíticas de Poliestireno Expandido na Construção Civil.

Beatriz Soares Pereira¹

Fábio Sérgio da Costa Pereira²

RESUMO

Na Construção Civil, é muito comum falar-se sobre quatro pilares sob os quais os profissionais desta área estão sempre atentos em sua prática: prazo, custo, qualidade e segurança. Visando sempre aumentar a performance das estruturas e otimizar os projetos, a tecnologia tem sido uma forte aliada dos pesquisadores que estão cada vez mais empenhados em encontrar sistemas produtivos alternativos aos que são utilizados hoje. Nesse ínterim, o poliestireno expandido – EPS, vem sendo adotado nas construções como um material alternativo por possuir propriedades desejáveis como leveza, desempenho térmico e acústico e facilidade de manuseio. O sistema construtivo de painéis monolíticos, uma das formas como o EPS é utilizado na construção civil onde se conjugam painéis de EPS com telas de aço, possui características de resistência à compressão, tração e flexão, impermeabilidade, isolamento térmico e acústico muito satisfatórios, mas, como se espera de um sistema praticamente embrionário no Brasil, ainda são observados muitos entraves quanto a mão de obra especializada, disponibilidade dos insumos em regiões mais distantes dos centros industriais e, conseqüentemente, os elevados custos associados a essa escassez. Este artigo tem como objetivo a explanação acerca do uso do poliestireno expandido nas obras civis, mais especificamente do sistema construtivo de painéis monolíticos, assim como expor as análises feitas acerca de seu comportamento estrutural, benefícios e malefícios quando comparado aos sistemas convencionais. Para tal, foi feito uso de outros trabalhos de referência já existentes na literatura acerca da temática, assim como uma análise da aplicação do sistema construtivo em uma residência executada na cidade de Natal/RN. O estudo resultou em uma relevante análise acerca de um sistema ainda pouco convencional na prática da construção civil, mas que demonstrou ter muitas qualidades no que tange o desempenho estrutural do material, facilidade de aplicação, redução de tempo de obra e custo final.

Palavras-chave: Sistema monolítico. Poliestireno Expandido. Telas de aço. Tecnologia. Leveza.

¹ Estudante de graduação em Engenharia Civil pela UNI-RN.

² Coordenador do curso de Engenharia Civil na UNI-RN e Orientador do artigo.

ABSTRACT

In Civil Construction, it is very common to talk about four pillars that professionals in this area are always aware of in their practice: deadline, cost, quality and safety. Always aiming to increase the performance of structures and optimize projects, technology has been a strong ally of researchers who are increasingly committed to finding alternative production systems to those currently used. In the meantime, expanded polystyrene – EPS, has been adopted in construction as an alternative material because it has desirable properties such as lightness, thermal and acoustic performance and ease of handling. The monolithic panel construction system, one of the ways in which EPS is used in civil construction where EPS panels are combined with steel screens, has very satisfactory characteristics of resistance to compression, traction and bending, impermeability, thermal and acoustic insulation, but, as expected of a practically embryonic system in Brazil, many obstacles are still observed regarding specialized labor, availability of inputs in regions further away from industrial centers and, consequently, the high costs associated with this shortage. This article aims to explain the use of expanded polystyrene in civil engineering, more specifically the monolithic panel construction system, as well as to present the analyses made about its structural behavior, benefits and disadvantages when compared to conventional systems. To this end, other reference works already existing in the literature on the subject were used, as well as an analysis of the application of the construction system in a residence built in the city of Natal/RN. The study resulted in a relevant analysis about a system that is still unconventional in civil engineering practice, but which demonstrated to have many qualities regarding the structural performance of the material, ease of application, reduction of construction time and final cost.

Keywords: Monolithic system. Expanded polystyrene. Steel screens. Technology. Lightness.

OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo analisar a qualidade e eficiência do sistema estruturado em EPS em edificações, levando em conta aspectos como o isolamento térmico e acústico, sustentabilidade, custos e resistência estrutural.

OBJETIVO ESPECÍFICO

O estudo desenvolvido para esse artigo realizou a comparação dos custos de realização de um projeto executado no sistema convencional de alvenaria e no sistema de painéis monolíticos de EPS.

JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa busca evidenciar as principais características dos painéis monolíticos de EPS, como o isolamento térmico e acústico, sustentabilidade, leveza, redução de custos e resistência estrutural, e sua adaptabilidade como método construtivo, considerando o cenário atual de industrialização, que exige cada vez mais soluções que agridam minimamente o meio ambiente e que atendam às necessidades humanas.

A partir da análise da correlação entre estudos acadêmicos sobre o sistema construtivo monolítico em EPS, o tem-se como finalidade o fornecimento de uma base teórica e prática que comprove os benefícios e as vantagens no que tange o desempenho estrutural e a redução de tempo e custo das edificações comparadas as obras convencionais.

METODOLOGIA

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

O conteúdo desse artigo foi desenvolvido através de revisão bibliográfica por meio de trabalhos publicados entre 2015 e 2024 com análises feitas sobre o sistema construtivo monolítico em EPS. Além disso, também foi realizados um estudo de caso de uma obra feita com a tecnologia em questão executada em Natal/RN, e um comparativo financeiro de um projeto executado usando o sistema construtivo em alvenaria e o sistema de painéis monolíticos de EPS.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma atividade de extrema relevância para o desenvolvimento econômico e social do país e, segundo Pinheiro (2021), seu exercício deve estar pautado na busca constante em minimizar os desperdícios e aumentar os rendimentos, possibilitando a redução de gastos e aumento da produtividade. Seguindo essa premissa, Francklin Junior e Amaral (2008a),

trataram sobre a introdução de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. Por inovações tecnológicas, os autores definem tratar-se, “[...] de um aperfeiçoamento tecnológico, resultado de atividades de pesquisas que objetivam a melhoria no desempenho, qualidade ou custo” (FRANCKLIN JUNIOR; AMARAL, 2008b, p. 12). Pela mesma ótica, Elíbio (2019) e Cavalheiro (2018) afirmam que ao se tomar a decisão de escolher os sistemas construtivos de uma edificação deve-se considerar um modelo que seja adequado, seja eficiente, de boa durabilidade, de qualidade, de fácil manutenção e baixo custo.

Há anos, a construção civil no Brasil se baseou no sistema de vedação em alvenaria de tijolos e estrutura em concreto armado. Construções nesse padrão foram difundidas em todo o país e consolidadas no mercado por sua tradição e confiabilidade, ainda mantendo-se como o mais usual até a atualidade.

Apesar disso, esse método é caracterizado por sua produção artesanal. A mão de obra torna-se onerosa devido ao prolongamento da construção, o uso excessivo de água e produção de resíduos torna a obra ambientalmente ineficaz e a pouca padronização a torna ainda mais suscetível a patologias (PET CIVIL, 2015). Dessa forma, fica nítido que a predominância desse sistema no mercado da construção civil no Brasil diz mais a respeito à resistência cultural que o mercado brasileiro tem sobre mudanças e inovações, do que de fato à alguma justificativa baseada nos benefícios desse método em relação aos outros sistemas que hoje existem disponíveis no cenário global.

A liderança dos métodos convencionais, porém, não impediram que outros métodos, a curtos passos, fossem também ganhando certo espaço no cenário da construção civil. Buscando sempre a racionalização construtiva, sendo essa “um conjunto de ações que visam substituir as práticas convencionais por tecnologias que visam eliminar o empirismo das decisões” (RIBEIRO, 2002), diversas tecnologias têm sido desenvolvidas e implementadas no mercado. Como exemplo podemos mencionar o steel frame, wood frame, concreto-PVC, pré-moldados de concreto e painéis de EPS, que estão sendo incorporados ao processo produtivo da construção com o propósito de torná-lo cada vez mais eficiente e industrializado.

Neste contexto, o sistema construtivo monolítico em EPS compõe-se de um sistema inovador para a construção civil, uma vez que estudos comparativos entre as alvenarias convencionais e este novo sistema tem se mostrado favorável, coeso e eficaz, por ser vantajoso e por estar ganhando espaço no campo da engenharia (GOULART; SOARES JUNIOR; RODRIGUES, 2018; MENEZES et al., 2020).

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

Figura 1: Painel EPS.



Fonte: Alves (2015)

O EPS (poliestireno expandido) já vinha sendo utilizado na construção civil brasileira com crescente aceitação, sendo empregado em juntas de dilatação, caixão perdido, isolamento e fundação de estradas. Recentemente, o material vem ganhando grande participação na execução de lajes (LUEBE, 2004).

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

Figura 2: Grânulos de EPS.



Fonte: EPS Brasil (2014)

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

A expansão do poliestireno expansível, com densidade aparente de 600 a 700 kg/m³, é efetuada numa primeira fase num pré-expansor, através de aquecimento, por contato com vapor de água. O estireno é introduzido sob a forma de pequenas pérolas, com diâmetro entre 0,4 a 2,5 mm, que em contato com pentano, um hidrocarboneto gasoso e com o vapor aquoso a temperatura de 90°C, provoca sua expansão fazendo que as pérolas aumentem seu volume entre 20-50 vezes, dependendo da duração e intensidade do tratamento [...] (BERTOLDI, 2007, p. 15).

Os painéis em EPS permitem a construção segura de até quatro andares sem a exigência de pilares e vigas, tendo uma vantagem muito maior na execução do projeto sobre o sistema convencional. Mesmo num primeiro momento sendo o sistema monolítico em EPS constituído mais elevado financeiramente, ainda assim é mais viável pelo tempo de execução, gastos com mão de obras e a drástica redução de resíduos. No contexto geral, tem-se vantagens no seu uso, tem qualidade, tem sustentabilidade e tem economia de materiais e mão de obra (MENEZES et al., 2020).

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

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

Figura 3: Painéis EPS com cavidades para instalação de materiais elétricos.



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

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

Figuras 4 e 5: Painéis sendo montados na fábrica da Betel Paredes em São José de Mipibu/RN.



Fonte: imagens autorais (2024).

Diante disso, este estudo tem como objetivo demonstrar a viabilidade técnica e econômica do sistema construtivo no contexto da construção civil brasileira. Foi realizada uma análise de correlação entre pesquisas acadêmicas sobre o sistema construtivo monolítico em EPS, com o propósito de compreender seu desempenho e os benefícios proporcionados pelo uso de painéis de poliestireno expandido, revestidos com telas de aço galvanizado e argamassa projetada. Além disso, será avaliada sua viabilidade em termos de produtividade, qualidade, economia e desempenho, destacando as vantagens e desvantagens da sua aplicação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1 DEFINIÇÃO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO.

O Poliestireno, componente do grupo das resinas termoplásticas, um polímero artificial que tem sua viscosidade alterada de acordo com a temperatura, quando exposto a um dado nível de calor torna-se mais viscoso e, portanto, moldável. Dentre suas variações temos o PET (polietileno tereftalato), o PVC (cloreto de polivinila), o PP (polipropileno) e os polietilenos, que se dividem entre os que apresentam alta e baixa densidade linear. Dentre esse grupo, destaca-se o PS (poliestireno) por suas características especiais que possibilitam inúmeras formas de aplicação, variando desde a fabricação de embalagens até aplicações mais específicas, como a construção civil (RODRIGUES, 2018; SPINACÉ; DE PAOLI, 2005; NAGALLI, 2014; SARKIS, 2009).

Há diversas características quanto a composição e utilização do Poliestireno. As mais conhecidas são o seu integral reaproveitamento, fácil

processo de moldagem quando está quente, baixa densidade, baixa absorção de umidade, assim como o fato de ser inodoro, atóxico e inerte.

Além disso o EPS não causa contaminação no solo, água ou ar. Também não há proliferação de bactérias e fungos em sua matéria e a sua fabricação e utilização não fornece risco ao meio ambiente.

2.2 HISTÓRICO DO EPS NO MUNDO E SUA CHEGADA AO BRASIL.

A IG Farben em 1930, na Alemanha, foi a primeira indústria a manusear o poliestireno comercialmente, segundo publicações do BNDES. Oito anos depois, em 1938, nos Estados Unidos, foi produzido em escala comercial pela primeira vez, pela Dow Chemical Company (Montenegro; Serfaty, 2002). O EPS chegou ao Brasil em meados de 1960 através também da empresa alemã criadora do material. Em 1998, porém, a história do EPS no Brasil teve uma virada de chave, quando a BASF (empresa da IG Farben) foi vendida para a Knauf, que criou a marca registrada pela qual até hoje o EPS é conhecido no Brasil: Isopor®.

Segundo a Abrapex (2006), resultados de estudos desenvolvidos sobre o tema comprovam que há décadas, países industrializados da Europa à América do Norte e do Oriente à Oceania, possuíram resultados significativos relacionados às vantagens do uso do EPS na construção civil. Quanto a sua versatilidade, ainda afirma:

O EPS tem inúmeras aplicações em embalagens industriais, artigos de consumo (caixas térmicas, pranchas, porta-gelo etc.) e agricultura. É na construção civil, porém, que sua utilização é mais difundida, por ser um material isolante, resistente e de extrema leveza. (ABRAPEX, 2006, p. 5).

Por esses fatores, somado ao baixo custo da sua utilização, é que segundo a ABRAPEX (2006), há mais de 35 anos o material ganhou uma posição estável na construção civil.

No Brasil, toda a produção de EPS chega a aproximadamente a 100.000 toneladas produzidas por ano, onde a empresa Knauf é a maior fabricante de EPS de todo o país, apresentando soluções com diversos tamanhos, formatos, densidades e padrões (MUNDO 21 ISOPOR®, 2017). A elaboração de normas regulamentadoras para tal material tornou-se assim então fundamental para que como qualquer outro insumo na construção civil possa ter seu respectivo padrão normativo (BALBINO, 2020).

No que tange, especificamente, o EPS empregado na tecnologia construtiva dos painéis monolíticos, sua homologação foi emitida em 1985 pelo Instituto Giordianos (Certificatio d'Idoneita Técnica) e tem origem italiana (REIS, 2015).

A origem do sistema construtivo de painel monolítico partiu de um projeto Italiano de industrialização da construção que foi desenvolvido para regiões propensas a terremotos e com a intenção de criar uma estrutura monolítica que não desmoronasse e que reunisse elementos de isolamento térmico e acústico totalmente vedado às intempéries. (REIS, 2015).

A proposta tinha o intuito de criar uma estrutura monolítica autoportante que agregasse elementos de isolamento térmico e acústico totalmente estanque às intempéries (ISOLITE, 2001). O sistema foi desenvolvido por uma empresa italiana chamada Monolite que, desde a sua criação, passou a implantar unidades de produção em diversos países e hoje possui vinte e três linhas de produção espalhadas pelo mundo. Está presente na Itália, Portugal, Espanha, Rússia, Turquia, Líbia, Egito, Equador, Bósnia, Argentina, Chile, Venezuela, Guatemala, Costa Rica, México, Panamá, Nigéria, Moçambique, França, Malásia, Qatar e Filipinas e Brasil (ALVES, 2015).

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

Os painéis monolíticos de EPS tem por objetivo substituir a alvenaria convencional e tem ganhado cada vez mais espaço no mercado da construção civil, permitindo a construção de casas e edifícios dos mais simples aos mais complexos, sem a necessidade de vigas ou pilares. Isso ocorre pois os próprios elementos do painel sustentam a edificação, transmitindo as cargas de forma uniforme para as fundações, que, por sua vez, têm suas dimensões reduzidas consideravelmente por conta do baixo peso próprio do sistema EPS em relação aos métodos convencionais (BERTOLDI, 2007).

2.3 DESCARTE E RECICLAGEM DO POLESTIRENO EXPANDIDO.

Com o passar dos últimos anos, notou-se a crescente importância de que sejam feitos maiores investimentos em tecnologias que visem amenizar os impactos ambientais causados pela alta produção e consumo de materiais não biodegradáveis. Sendo assim, são necessárias as buscas por soluções tecnológicas mais sustentáveis além de se aplicar conceitos da reciclagem e da reutilização dos resíduos gerados, para aproveitar melhor o insumo e evitar a geração de mais produtos (DA SILVA *et al.*, 2021).

No contexto dos sistemas monolíticos em poliestireno expandido, destaca-se a viabilidade do reaproveitamento de materiais, uma vez que o EPS

é utilizado em larga escala em diversos setores. De acordo com Alves Jr *et al.*, (2014), apenas 2% da população brasileira sabe que o EPS pode ser reaproveitado ou reciclado. Segundo a Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (ABRAPEX, 2021), em 2007 foram produzidas 55 mil toneladas de EPS e outras 2 mil toneladas foram importadas, entretanto apenas 5 mil toneladas foram recicladas.

O poliestireno expandido é um material 100% reciclável, o que contribui para que seus resíduos sejam reaproveitados da melhor forma, evitando assim o mal uso dos mesmos e a diminuição dos impactos ambientais. Os gastos associados à sua reciclagem podem ser reduzidos devido a eliminação de etapas iniciais da fabricação de sua matéria-prima (SOUZA & ASSIS, 2014).

Segundo Silva (2010), resíduos provenientes da construção civil, são responsáveis por grande parte dos impactos ambientais, por serem descartados de forma errônea e clandestina em terrenos baldios, aterros e até mesmo em áreas públicas. Da mesma forma, o EPS não reciclado acaba sendo destinado aos aterros sanitários e, devido à sua baixa massa específica, reduzem rapidamente a capacidade de armazenamento de resíduos dos aterros.

No estudo de Souza e Assis (2014), observou-se que as práticas relacionadas ao descarte de resíduos de forma errônea, tem sido reduzida, devido a medidas tomadas provenientes do avanço nas políticas de gerenciamento de resíduos sólidos e com a criação da resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente, no qual estabelece critérios e comportamentos para a gestão dos mesmos.

Nos últimos anos, problemas relacionados à gestão de resíduos tornaram-se muito relevantes no modelo de desenvolvimento sustentável. A indústria da construção civil é uma das atividades com maior consumo de matérias-primas juntamente com sua grande produção de resíduos. A ampla utilização de materiais plásticos, especialmente o poliestireno expandido, requer novas abordagens para a otimização de seus processos de produção e redução de subprodutos, causando um baixo impacto ambiental (PETRELLA & DI MUNDO, 2020).

Ainda segundo Petrella e Di Mundo (2020), foi possível observar a importância das operações de reciclagem para aumentar a sustentabilidade de um material que é convertido em um novo recurso, a chamada matéria-prima secundária. Para esse propósito, o EPS é um material completamente reciclável e amplamente utilizado de diversas formas no setor industrial, como na fabricação de argamassas, rodapés, decks de piscinas, solas de sapatos, entre outros, devido às suas características de desempenho, versatilidade e custo-benefício.

2.4 AS PLACAS MONOLÍTICAS DE EPS.

O sistema construtivo monolítico em EPS italiano compõe-se de um sistema inovador para a construção civil, uma vez que estudos comparativos entre as alvenarias convencionais e este novo sistema tem se mostrado favorável, coeso e eficaz, por ser vantajoso e por estar ganhando espaço no campo da engenharia (GOULART; SOARES JUNIOR; RODRIGUES, 2018; MENEZES et al., 2020).

O sistema é todo produzido industrialmente, podendo ser fabricado com diferentes dimensões e adequado a qualquer tipo de edificação. É constituído por placas de poliestireno expandido (EPS), que ficam localizadas no centro do conjunto, e malhas de aço leves de alta resistência soldadas entre si, interligadas por barras de aço, as quais carregam a função estrutural da peça. Após a instalação, uma camada de argamassa ou concreto é aplicada sobre a estrutura para a finalização, possibilitando assim um isolamento termoacústico e uma alta resistência ao fogo. Sua composição final é bastante leve, pesando entre 2,5 e 4 kg/m² antes da aplicação da argamassa, enquanto as mesmas dimensões de alvenaria simples podem chegar a 120 kg/m² (ALVES, 2015).

Figura 6: Painéis sanduíche com alma de EPS.



Fonte: Atos Arquitetura (2016).

Kiesewetter (2007) afirma que casas de EPS, podem apresentar paredes e lajes executadas com painéis monolíticos de EPS (poliestireno expandido), que são reforçadas com telas eletrossoldadas e revestidas nas duas faces com argamassa industrializada lançada manualmente ou com projetor. Ele diz ainda que construções desse porte podem ter diversas finalidades, dentre elas o maior desempenho térmico e acústico e redução de custos referente à sua agilidade na execução da obra.

A utilização desses painéis permite a sobreposição segura de até quatro pavimentos sem a exigência de pilares e vigas, além de apresentar bons resultados em regiões sujeitas a terremotos, como foi supracitado. Kiesewetter (2007), em artigo da revista *Téchne*, explica melhor essa técnica:

Devido sua comprovada estabilidade estrutural distribuída de forma uniforme, os esforços sobre as fundações a estrutura apresenta suporte suficiente para resistir a possíveis abalos sísmicos. (...) A técnica quando combinada com as exigências apresentadas pela norma de desempenho estrutural, e de conforto térmico e acústico, apresentam melhor comportamento do que os métodos convencionais. (Kiesewetter, 2007, p. 101-102)

Os painéis em EPS têm uma vantagem muito maior na execução do projeto sobre o sistema convencional quando se diz respeito à simplicidade executiva do sistema. Em um primeiro momento o sistema monolítico em EPS pode se constituir mais elevado financeiramente, mas ainda assim é mais viável pelo tempo de execução, gastos com mão de obra e a drástica redução de resíduos. No contexto geral, tem-se vantagens no seu uso, tem qualidade, tem sustentabilidade e tem economia de materiais e mão de obra (MENEZES et al., 2020).

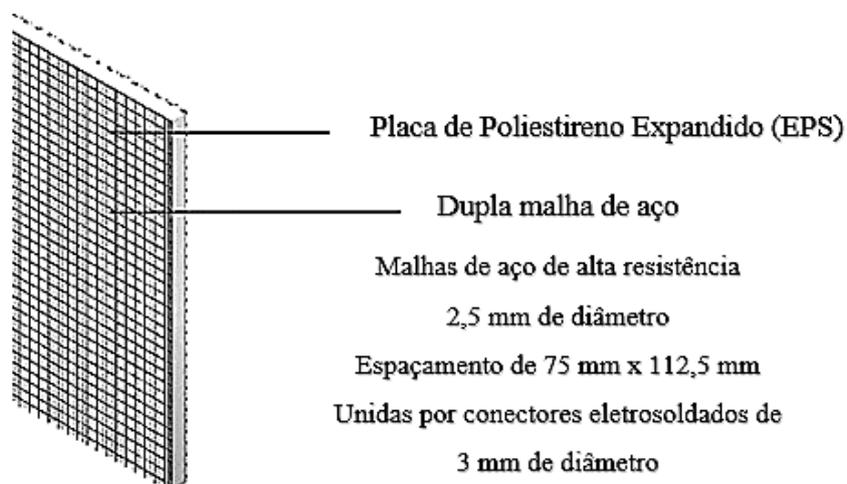
2.5 TIPOS DE PAINÉIS EM EPS.

Conforme as demandas e as variações de aplicação do EPS em cada situação, pode-se determinar um tipo de painel, cujas dimensões são ajustáveis conforme o projeto arquitetônico. As tipologias mais comuns incluem: simples, duplo, paredes divisórias, piso, especiais (estrutural e isolante), escadas e autoportantes (AFFONSO; GOMES; REIS; DAMASCENO, 2023).

2.5.1 PAINEL SIMPLES.

O painel simples é usualmente aplicado quando já se tem paredes construídas, sejam elas internas ou externas. Ele serve para garantir um maior conforto e bem-estar à edificação, reestabelecendo as condições termoacústicas ao imóvel (COSTA, 2019). A Figura 7 apresenta o esquema de um painel simples em EPS.

Figura 7: Exemplo de painel simples em EPS.

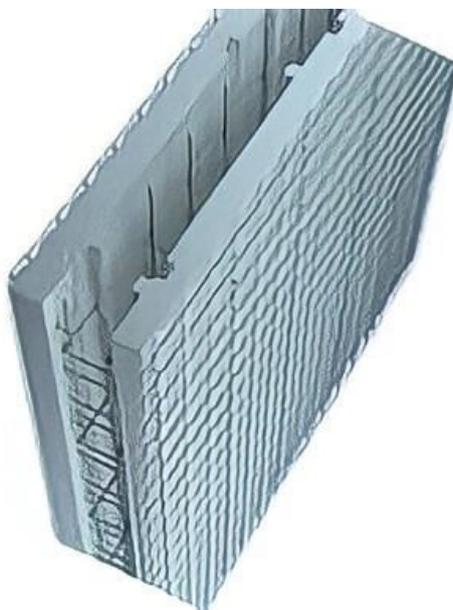


Fonte: Monolite Brasil (2021).

2.5.2. PAINEL DUPLO.

O painel duplo é constituído pela junção de dois painéis base, dispostos paralelamente, unidos por conectores transversais, que mantém o espaçamento necessário para que seja preenchido de concreto, considerando sua necessidade estrutural exigida para tal aplicação (ROSA, 2021). Esse modelo, exemplificado na Figura 8, é indicado para piscinas e contenções.

Figura 8: Painel duplo em EPS



Fonte: INTECO (2021).

2.5.3. PAINEL PAREDE DIVISÓRIA.

Este tipo de painel é constituído por uma estrutura autoportante, revestida por argamassa nas duas faces, podendo ser utilizado em fachadas interiores e exteriores. É indicado para edifícios com quatro pisos ou menos, sendo que em alguns locais é utilizado como divisória, instalado em obras ou construções antigas, podendo também ser utilizado para fechar grandes vãos, características comuns de edifício comercial (SILVA *et al.*, 2021).

2.5.4. PAINEL PISO.

O painel piso (Figura 9) é ideal para ser aplicado na execução de pisos de entre lajes, podendo ter armaduras unidimensionais ou bidimensionais, sendo forjado de maneira a adicionar mais barras, o que faz com que a área de aço seja aumentada, em espaços preparados para canaletas que receberam o concreto (COSTA, 2019).

Figura 9: Exemplo de painel piso em EPS.



Fonte: PRÉ-MOLD RM (2021).

2.5.5 PAINEL ESPECIAL – ESTRUTURAL E ISOLANTE.

O painel especial estrutural é reforçado por armadura dupla de aço visando atender às necessidades específicas das obras. O painel especial isolante (Figura 10), por sua vez, é um material cuja composição traz aspectos de outros materiais que contribuam consideravelmente para que sua capacidade termoisolante seja aumentada. Normalmente, os materiais acrescentados são: lã de rocha e cortiças (MOURA & SANTOS, 2019).

Figura 10: Exemplo de painel especial isolante.

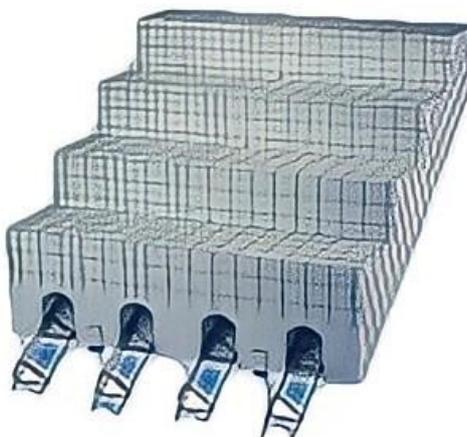


Fonte: INTECO (2021).

2.5.6. PAINEL TIPO ESCADA.

O painel escada é aquele que diminui a complexidade da execução de escadas e permite que seja todo executado com o mesmo material dos demais elementos que compõem a estrutura, mas não exclui a necessidade de ser dimensionada e que seja descrita em planta (BARRETO, 2017). A Figura 11 apresenta um exemplo deste tipo de painel.

Figura 11: Exemplo de painel escada.



Fonte: INTECO (2021).

2.5.7. PAINEL AUTOPORTANTE.

O painel autoportante consiste em um núcleo composto por uma placa de poliestireno expandido de 55 mm de espessura, impressada entre duas camadas de malhas de telas de aço eletrosoldadas, conectadas entre si por passadores soldados e revestidos com argamassa projetada, totalizando uma estrutura monolítica autoportante de 100 mm de espessura. Dependendo da necessidade do projeto, como em obras de dois ou mais andares, os painéis podem ser produzidos com espessuras de até 110 mm (MOURA & SANTOS, 2019).

No estudo de Moura e Santos (2019), observou-se que montagem desses painéis não é complexa, porém exigem cuidados além dos normativos. A argamassa que será projetada precisa ser confeccionada em betoneira, seguindo as seguintes recomendações: traço areia-cimento 3,5:1; 50 kg de cimento; 159 kg de areia média seca; 100 g de filamentos de fibras de polipropileno com um comprimento de 30 mm. A primeira projeção da argamassa é feita em ambos os lados do painel, e logo após a fixação das esquadrias e caixilhos, a projeção é repetida, ao mesmo tempo que o acabamento é moldado com desempenadeira e feltro.

2.5.8. CANALETA EM EPS.

As canaletas em EPS, exemplificada na Figura 12, são utilizadas como formas para a criação de vigas baldrames. Suas vantagens se dão pelo fato de que dispensam a parte de carpintaria, mão de obra, produtos de impermeabilização, pregos e madeiras. Já que as canaletas já são impermeáveis, fazendo com que o custo seja consideravelmente reduzido no fim da obra. Essas canaletas são feitas sob medidas para atender às dimensões solicitadas no projeto (ISORECORT, 2021).

Figura 12: Utilização de canaletas em EPS.



Fonte: Isorecort (2021).

2.6 ANÁLISE DE DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO.

2.6.1 DESEMPENHO TÉRMICO.

De acordo com Nóbrega (2017) o isolamento térmico das vedações é obtido pela média das transferências de calor dos seus componentes: paredes escuras ou claras, material constituinte, esquadrias translúcidas ou transparentes, e tipo de cobertura. A transferência de calor entre os ambientes internos e externos determina o desempenho térmico da edificação.

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

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

2.6.2 DESEMPENHO ESTRUTURAL.

No que se refere o quesito desempenho estrutural, os painéis monolíticos de EPS apresentaram características muito boas a compressão, elevada resistência a vibrações, isolamento acústico, isolamento térmico e baixa absorção de água (TERENCIO, 2019).

O EPS possui uma resistência limitada à compressão e, por isso, ele geralmente é combinado com concreto e reforços de aço para suportar cargas elevadas. O concreto contribui para a resistência à compressão e flexão do sistema.

No que se refere ao peso dos painéis, chegam a ser cerca de trinta vezes mais leves do que a alvenaria tradicional de blocos cerâmicos, isso considerando os painéis sem revestimento (ALVES, 2015). Devido à estrutura leve, os painéis de EPS têm bom desempenho em construções de baixa e média altura, suportando cargas verticais com eficiência.

A rigidez depende da espessura do núcleo de EPS e do material de revestimento. Painéis com uma espessura maior e maior densidade de EPS têm mais resistência, mas a rigidez estrutural se deve principalmente ao revestimento em concreto armado.

2.6.3 CONSUMO DE MATERIAL.

É fácil perceber a redução de desperdício, já que a alvenaria tradicional descarta cerca de 30 % de materiais na fase de execução, e de todo desperdício mundial 50% provem da construção civil o que é um número preocupante, fazendo necessário à adoção de medidas para diminuir esse percentual, e é aí que entram métodos construtivos menos impactantes como o sistema construtivo monolítico (PAVESI, 2016).

2.7 DIMENSIONAMENTO DAS PAREDES ESTRUTURAIS.

As paredes em EPS no Brasil, costumam ser dimensionadas pelo fabricante, é fornecido o referencial do material utilizado para execução da placa, a carga suportada, espessura e sua aplicação. A empresa a qual esse trabalho faz seu referencial teórico é a Paredes Betel, uma indústria de produtos de EPS que foi criada em 2004 (MELO, 2022)

Segundo a Paredes Betel, a resistência de suas placas é dada de acordo com sua malha:

Malha de aço 10x7,5 - Painel parede estrutural de EPS p/ construção civil - tipo 1f ou 3f, material sem retalho, pantografado, auto extingüível à chama (classe F). Painéis com 10 cm de espessura, revestido na tela de aço CA 60 10x7,5cm 3.4mm (EPS 2.95 + transp./0.05).

Figura 13: Painel em EPS 10x7,5.



Fonte: Apostila Betel.

Aplicação:

- Aplicação máxima de carga de 15,2 Ton/m.
- Resistência em teste de 38 Ton/m.
- Utilizado até 5 pavimentos.

Malha de aço 10x10 - Paineis parede estrutural de EPS p/ construção civil - tipo 1f ou 3f, material sem retalho, pantografado, auto extingüível à chama (classe F). Painéis com 10 cm de espessura, revestido na tela de aço CA 60 10x10cm 3.4mm (EPS 2.95 + transp./0.05).

Figura 14: Painel em EPS 10x10.



Fonte: Apostila Betel.

Aplicação:

- Utilizado para até 3 pavimentos.
- Casa térrea com vãos que apresentam a menor largura ou comprimento superior a 4,00 m.
- Quando existe um pavimento superior.
- Quando existe um pé direito duplo superior a 4,00 m de altura.
- Aplicação máxima de carga de 11 Ton/m.

- Resistência em teste de 28 Ton/m.

Malha de aço 15x15 Painel parede estrutural de EPS p/ construção civil - tipo 1f ou 3f, material sem retalho, pantografado, auto extingüível à chama (classe F). Painéis com 10 cm de espessura, revestido na tela de aço CA 60 15x15cm 3.4mm (EPS 2.95 + transp./0.05).

Figura 15: Painel em EPS 15x15.



Fonte: Apostila Betel.

Aplicação:

- Utilizado para fechamento de galpões até 9,00 m de altura (elimina a necessidade de vigas intermediárias).
- Utilizado como painel estrutural de casa térrea e pavimentos de cobertura contendo vãos inferiores a 4,00 m, e com pé direito duplo de até 4m.
- Resistência em teste de 18 Ton/m.
- Aplicação máxima de carga de 7,2 Ton/m.
- Utilizado para fechamento de muro com distância entre pilares de 5,80 m.

Paredes de fechamento:

Malha de aço 15x15 - Painel parede fechamento de EPS p/ construção civil - tipo 1f material sem retalho, pantografado, auto extingüível à chama (classe F). Painéis com 10 cm de espessura, revestido na tela de aço CA 60 15x15 3.4 (EPS 2.95 + transp./0.05).

Figura 16- Painel em EPS para fechamento 15x15.



Fonte: Apostila Betel.

Aplicação:

- Utilizado para fechamento de galpões até 9,00 m de altura.
- Resistência em teste de 18 Ton/m.
- Utilizado para fechamento de muro com distância entre pilares de 5,80 m.

Malha de aço 20x20 - Painel parede fechamento de EPS p/ construção civil - tipo 1f material sem retalho, pantografado, auto extingüível à chama (classe F). Painéis com 10 cm de espessura, revestido na tela de aço CA 60 20x20 3.4 (EPS 2.80 + transp./0.20).

Figura 17: Painel de fechamento 20x20.



Fonte: Apostila Betel.

Aplicação:

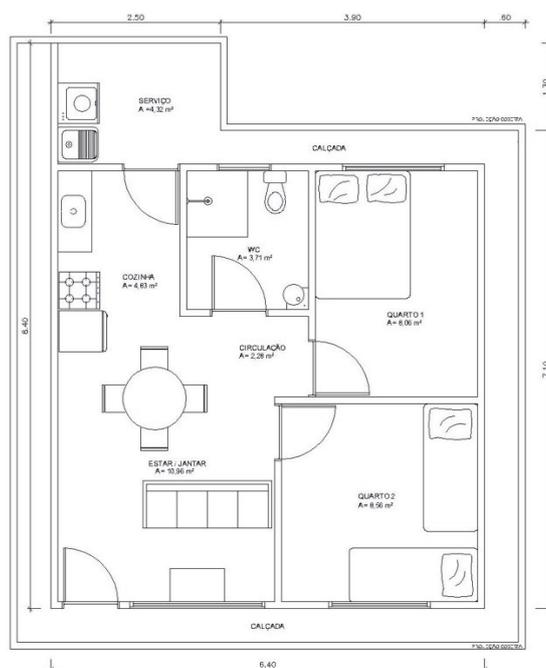
- Utilizado para fechamento de galpões ou casas até 5,00 m de altura.
- Utilizado para fechamento de muro com distância entre pilares de 3,60 m.

2.7 ANÁLISE FINANCEIRA – ALVENARIA CONVENCIONAL E PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS.

A partir de então, serão expostos dois modelos residenciais, com um mesmo projeto arquitetônico, porém, com sistemas construtivos diferentes. O estudo comparativo realizado a seguir foi realizado em 2020 por Matheus de Souza Balbino em sua monografia.

A edificação consiste em uma habitação unifamiliar de padrão popular, com pé direito de 3,00 m. A cobertura da edificação optou-se por telhas termoacústicas no modelo colonial de 1,00 metro de comprimento, devido a fins de conforto térmico. A residência é composta pelos seguintes ambientes: sala de estar e jantar, dois quartos, cozinha, circulação, banheiro social e área de serviço, totalizando uma área construída de 46,80 m². A planta baixa do projeto residencial encontra-se na Figura 18.

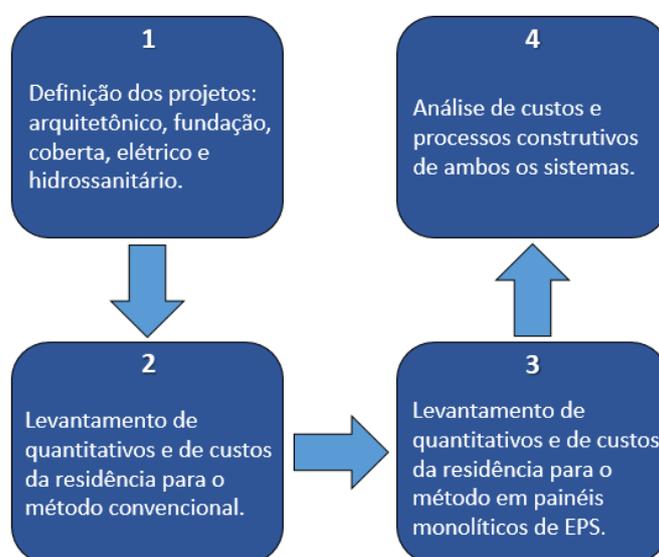
Figura 18: Layout da residência.



Fonte: BALBINO, Matheus.

A partir da análise dos projetos, foi efetuado o levantamento quantitativo e de custos no sistema construtivo convencional de blocos cerâmicos e o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS. Comparando os resultados, evidenciou o método executivo com maior viabilidade financeira e construtiva. Os quantitativos de materiais foram obtidos a partir dos projetos complementares da unidade habitacional e os custos dos insumos e serviços foram retirados da tabela SINAP (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da construção Civil) do mês de junho de 2020. A Figura 19 se trata de um fluxograma que representa de forma sistemática o procedimento utilizado para elaboração de tal análise comparativa.

Figura 19: Fluxograma metodológico.



Fonte: BALBINO, Matheus.

Para melhorar a apresentação dos dados, este levantamento e orçamento foram divididos em sete principais etapas construtivas, sendo eles:

1. Infraestrutura;
2. Superestrutura e paredes;
3. Esquadrias;
4. Cobertura;
5. Impermeabilização;
6. Revestimentos;
7. Instalações;

Algumas etapas construtivas como: serviços preliminares, pintura, pavimentação, louças e metais, forros e outras complementações, não foram consideradas para elaboração do orçamento de cada sistema construtivo, uma vez que seus processos não variam de método para método. Outras etapas como: esquadrias, impermeabilização, revestimento e instalações, possuem uma variação considerável em relação as suas execuções, obtendo ganho na produtividade e conseqüentemente no custo final da obra.

Com as etapas estabelecidas, apresentam-se assim, na figura 20 a estimativa de custos para construção de uma habitação popular no sistema construtivo convencional e na figura 21 a estimativa de custos para construção da mesma habitação popular, porém utilizando o sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS:

Figura 20: Estimativa de custos para construção em alvenaria convencional.

ETAPA	CUSTO	%
1.0 Infraestrutura	R\$ 11.039,82	22,34
2.0 Superestrutura e paredes	R\$ 7.874,71	15,93
3.0 Esquadrias	R\$ 6.007,30	12,16
4.0 Cobertura	R\$ 9.943,47	20,12
5.0 Impermeabilização	R\$ 520,66	1,05
6.0 Revestimentos	R\$ 2.953,85	5,98
7.0 Instalações	R\$ 11.081,95	22,42
TOTAL	R\$ 49.421,77	100

Fonte: BALBINO, Matheus.

Figura 21: Estimativa de custos para construção em painéis de EPS.

ETAPA	CUSTO	%
1.0 Infraestrutura	R\$ 3.390,15	9,68
2.0 Superestrutura e paredes	R\$ 5.016,04	14,32
3.0 Esquadrias	R\$ 5.827,08	16,64
4.0 Cobertura	R\$ 9.943,47	28,39
5.0 Impermeabilização	R\$ 324,35	0,93
6.0 Revestimentos	R\$ 1.413,64	4,04
7.0 Instalações	R\$ 9.107,69	26,01
TOTAL	R\$ 35.022,43	100

Fonte: BALBINO, Matheus.

Através dos resultados das estimativas de custos realizadas, é possível constatar que o custo da construção com painéis monolíticos de EPS foi 29,13% menor do que os custos para produzir a mesma residência com o sistema convencional em alvenaria de blocos cerâmicos. Entre todas as etapas da construção consideradas, observa-se que os custos de infraestrutura são os que mais colaboram para essa desigualdade de preço, visto que as cargas para a superestrutura de painéis de EPS é consideravelmente menor que as cargas da superestrutura fabricada de elementos de concreto armado e vedações em blocos cerâmicos, acarretando em uma fundação mais simples e pouco solicitada.

No método monolítico, as instalações elétricas e hidráulicas, demandam menos mão de obra e em virtude de um planejamento prévio, geram menos desperdício por serem realizadas antes da aplicação da argamassa. A instalação das esquadrias torna-se um pouco mais eficiente devido a rapidez da sua fixação, em relação ao método convencional. A impermeabilização nos painéis de EPS é realizada apenas no piso das áreas molhadas, diferente da alvenaria convencional que necessita da aplicação de argamassa impermeabilizante tanto no piso como à 30 cm de altura nas paredes. Os revestimentos internos e externos trata-se de chapisco e reboco, portanto, considerou-se a mesma espessura para ambos os métodos, porém, com a utilização da chapiscadeira pneumática no método monolítico, resultou-se em maior produtividade, menos desperdício e por fim, menor custo de execução.

Evidentemente, a economia de R\$ 14.399,34 para apenas uma habitação, converte-se em um benefício atraente para a execução de um conjunto habitacional popular, ocasionando além de contenção de gastos, maior agilidade construtiva, maior resistência mecânica e um conforto físico superior ao sistema convencional.

É importante ressaltar que o custo com os painéis monolíticos de EPS teve uma considerável redução, devido a proposta de fabricação dos mesmos pela própria construtora, ou seja, efetuando-se a laminação do bloco primário de EPS para obtenção do que se tornaria o núcleo de cada painel, o mesmo princípio se aplica para a utilização da tela eletrossoldada em aço galvanizado. Portanto, seguindo tal procedimento é possível reduzir consideravelmente os custos sem precisar de mão de obra especializada para fabricação.

A liberação de verba para a construção de um empreendimento habitacional em painéis monolíticos de EPS acontece de maneira muito mais rápida que o sistema convencional, uma vez que a montagem dos painéis de uma residência é realizada em questão de horas, enquanto a fabricação de pilares, vigas e paredes de blocos cerâmicos podem demorar dias. Dessa forma, um estudo físico-financeiro se torna fundamental, principalmente em construções com alta escala e elevado nível de repetições.

2.8 CONTRUÇÕES COM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS – TÉCNICAS E ETAPAS.

Para essa parte do artigo, foi utilizada a apostila disponibilizada pela Paredes Betel com as instruções e técnicas de montagem das placas.

2.8.1 FUNDAÇÕES.

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

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

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

Após o término das instalações de esgoto, juntamente com a armadura da fundação, deverão ser posicionados os arranques de aço na vertical (na tela do radier), que ficarão à espera da fixação dos painéis. Estes possuem dimensões de 3,4 mm a 5 mm com 50 cm de comprimento, destes 30 cm deve ficar acima do piso para ancoragem, que alinhados pelo gabarito da obra serão dispostos a 20 cm de distância entre si (ALVES, 2015).

2.8.2 MONTAGEM DAS PAREDES.

A montagem da parede consiste na instalação das paredes com amarração das mesmas nos arranques e colocação das peças de reforço de canto, cuidando-se rigorosamente do prumo e alinhamento (PAREDES BÉTEL, 2023).

Deve-se começar pelas esquinas, e priorizar seus travamentos. Em todos os encontros perpendiculares de painéis deve-se utilizar o reforço de canto L. Este

tem a função de fazer a ligação das armaduras dos painéis e fazer o travamento destes, deve ser instalado nas duas faces do painel. (PAREDES BETEL, 2023).

Figuras 22, 23 e 24: Acessório reforço de canto L.



Fonte: Apostila Betel.

A execução da montagem deve considerar a presença de janelas e portas, deixando já nessa etapa as aberturas necessárias.

Figura 25: Medição para aberturas.



Fonte: Apostila Betel.

2.8.3 ABERTURA DAS JANELAS E PORTAS

Nas aberturas de portas e janelas, é necessário que sejam instalados alguns reforços.

Figura 26: reforços instalados em uma abertura de janela.



Fonte: Apostila Betel.

No caso dos **reforços U**, são instalados em todo o perímetro da abertura. Tem a função de transferência de esforços, exercendo a mesma função que exerceria a verga e a contra-verga nos sistemas mais tradicionais de concreto armado.

Figura 27: Instalação de reforço U.



Fonte: Apostila Betel.

2.8.4 TRAVAMENTO DAS PAREDES

O **reforço reto (*band-aid*)** é instalado nas diagonais dos 4 cantos das janelas na face interior e exterior e também nas diagonais dos dois cantos da porta, tanto na face exterior e interior. Esse tipo de reforço tem a função de combater esforços de tensão e evitar trincas nas diagonais das aberturas.

Figura 30: Execução de reforço reto (*band-aid*).



Fonte: Apostila Betel.

Para executar a abertura de nichos, inicia-se pela marcação do nicho de acordo com o projeto, não fazendo echapisco e nem reboco nessa região.

Na face anterior da parede deve-se fazer o reboco normalmente e após isso, faz-se o recorte da malha e a retirada do EPS na área do nicho.

Figura 31: Abertura de nicho.



Fonte: Apostila Betel.

2.8.5 PASSAGEM ELÉTRICA E HIDRÁULICA.

Para executar a passagem das tubulações e conduítes nos painéis de EPS, faz-se a abertura nas paredes com um soprador térmico. As passagens são feitas de acordo com as especificações do projeto.

Figura 32: Soprador térmico.



Fonte: Apostila Betel.

Figura 33: Tubulações sendo passadas nas aberturas.



Fonte: Apostila Betel.

Figura 34: Painel Monoinjetado® da Paredes Betel com passagem especial para tubos

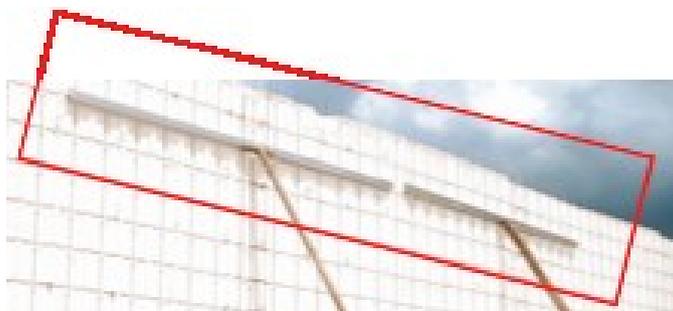


Fonte: Apostila Betel.

2.8.6 ESCORAMENTO

Para o escoramento é feita a instalação de régua de metalon ou caibrinho os amarrando nos painéis de um lado a outro.

Figuras 35: Réguas de metalon.



Fonte: Apostila Betel.

As escoras são presas à régua, ajusta-se os painéis no prumo e trava-se as escoras no contrapiso com pregos de aço. Após a instalação das escoras faz-se uma nova conferência de prumo caso haja necessidade de ajuste.

Figura 36: Escoras travadas no contrapiso.



Fonte: Apostila Betel.

2.8.7 CHAPISCO.

O chapisco pode ser feito de duas formas, manual ou projetado. No chapisco projetado (o mais indicado), há a necessidade de utilização de uma máquina de projeção. É feita então, com uso da máquina, uma demão bem fechada de argamassa.

Figura 37: Aplicação de argamassa projetada.



Fonte: Apostila Betel.

Já o chapisco executado de forma manual, deverão ser feitas duas demãos de argamassa de modo que a camada fique bem fechada.

Figura 38: Aplicação manual de argamassa.



Fonte: Apostila Betel.

2.8.8 ARGAMASSA ARMADA.

A resistência estrutural das Paredes Betel é obtida pela lâmina de argamassa armada. Sua confecção exige cuidado e atenção, pois a mesma pode se considerar a um microconcreto. Para evitar retrações na massa e melhor aderência, fazer a argamassagem no máximo 48 horas após o chapisco.

Figura 39: Confeção da argamassa armada.



Fonte: Apostila Betel.

Para a aplicação da argamassa, a parede deve ser taliscada para garantir uma espessura uniforme. O reboco deverá ter uma espessura mínima de 1,8cm e máxima de 3,5cm de cada lado.

Com o propósito de criar uma película impermeabilizante recomenda-se fazer um desempenho com a aplicação de água aditivada com o MONOFORTE. A hidratação dessa argamassa é o passo fundamental e crucial no processo da cura e do aprimoramento da resistência da argamassa estrutural. Deve ser feito a primeira hidratação no máximo em 3 horas após o reboco e se repetir em pelo menos 4 vezes no dia nas primeiras 48 horas iniciais.

2.8.9 DISTRIBUIÇÃO DOS MATERIAIS DA LAJE.

Para a execução das lajes, a forma de EPS Laje Fácil deve ser distribuída de forma que a mesma não fique apoiada sobre a parede, apenas sobre os pallets. São distribuídas as treliças em todas as cavidades de Laje Fácil de modo que elas fiquem apoiadas na parede e é colocada a ferragem positiva que se fizer necessária.

A malha de aço sobre é colocada sobre a laje e amarrada com arame recozido nos transpasses das telas. Após isso, a ferragem negativa é distribuída e a concretagem é feita de acordo com o projeto.

Figuras 45 e 46: Formas de EPS Laje Fácil e treliças.



Fonte: Apostila Betel.

Figura 47: Forma de EPS Laje Fácil.



Fonte: Apostila Betel.

O escoramento deve permanecer até o final da cura, período em que o concreto deve ser umedecido. Tempo médio de 21 dias.

2.8.10 ESCADA EM EPS

A escada em EPS é um produto autoportante fabricado nas medidas específicas do projeto compondo na sua estrutura a forma e as armaduras necessárias para combater os esforços solicitantes.

A instalação da mesma é feita de modo simples e prática, iniciando-se pela projeção da escada no piso e na parede de modo a ficar nítido como a mesma ficará após a instalação. Essa marcação servirá de guia para o escoramento e nivelamento da escada.

É então iniciada a instalação da primeira parte superior apoiando a escada em escoramentos.

Figura 48: Escada apoiada em escoramento.



Fonte: Apostila Betel.

Figura 49: Primeira parte superior da escada.



Fonte: Apostila Betel.

Caso haja patamar, esse é instalado ligando-se à armadura do módulo superior. Também faz-se a ligação da estrutura do patamar na parede de EPS ou pilar previamente edificado.

Figura 50: Patamares instalados.



Fonte: Apostila Betel.

Então, instala-se o segundo módulo da escada fazendo ligação da armadura do mesmo com a armadura do patamar e ancoragem com a fundação. Essa ancoragem deve ser feita com barras de ancoragem (arranques) com espaçamentos a cada 10cm.

É feito primeiramente a concretagem dos degraus com espessura mínima de 3cm, sendo o chapisco dispensável na parte superior destes. Já na parte inferior da escada, é feito o chapisco e em seguida a argamassagem.

2.9 DESVANTAGENS DO EMPREGO DO EPS.

A maior desvantagem em se adotar o método EPS está relacionada à falta de mão de obra especializada. Por ser um método que demanda a execução de processos específicos e ainda pouco conhecidos, poucos profissionais no mercado possuem experiência com esse tipo de construção, o que pode resultar na elevação do custo da produção e no início tardio da obra (ROSA, 2021).

Outra grande desvantagem é a ausência de normatização específica para essas construções, o que abre espaço para dúvidas e inseguranças na hora de se construir. Além disso, essa ausência atrapalha a padronização das construções, uma vez que cada construtor pode desenvolver um método diferente no desenvolvimento da obra. A padronização das técnicas construtivas, que deve ser adotada como estratégia, visa buscar a forma mais eficiente de desenvolvimento de uma atividade. Esta padronização dos procedimentos construtivos vai embasar as demais ações que terão como objetivo aumentar a racionalização dos processos construtivos, durante a fase de execução. Esse método construtivo, por adotar painéis pré-fabricados, exige que os projetos de execução sejam bem detalhados e compatibilizados, uma vez que a construção

em EPS não permite alterações futuras, como são comuns nas construções de alvenaria tradicional (ROSA, 2021).

Ademais, tem-se a dificuldade de encontrar fabricantes que forneçam material de alta qualidade, que seja certificado e produzido por empresas especializadas. O EPS deve ser comercializado em painéis prontos para serem fixados na base, por isso é importante encontrar um fornecedor com capacidade de produção para atender as demandas, para evitar problemas na obra. (ROSA, 2021).

Por fim, o alto consumo de argamassa e aço podem ocasionar em aumento dos gastos com materiais, podendo ultrapassar a economia adquirida com a velocidade da produção. (ROSA, 2021).

Como manifestação patológica comum no pós-obra das construções em EPS, tem-se o surgimento de trincas devido a locomoção dos painéis devido a dilatação dos materiais ou devido falhas na fixação dos painéis, causadas principalmente por afrouxamento das amarras que prendem os painéis às barras iniciais e uns aos outros. (ROSA, 2021).

É importante verificar a consistência das amarrações para garantir que essas placas não se desloquem posteriormente e resultem em trincas futuras nas paredes do produto acabado. (ROSA, 2021).

3. ESTUDO DE CASO

Segundo Triviños (1987, p. 133, grifo do autor), o Estudo de Caso “é uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa aprofundadamente”.

Assim, para o estudo de caso do presente trabalho, foi escolhida uma residência de praia em um condomínio privado localizado em Pirangi/RN. A casa possui 265m² de área construída e, da parte estrutural, apenas a fundação foi feita em concreto armado (radier).

Os painéis monolíticos de EPS foram produzidos pela Paredes Betel, o projeto arquitetônico foi do escritório ArcBio e a obra foi executada pela NK Construções. A casa já está na etapa final da obra, tendo a entrega prevista para novembro de 2024.

Não foi autorizado pelo proprietário a divulgação dos projetos, mas foram disponibilizadas as fotos 3D feitas pelo escritório de arquitetura, assim como imagens feitas in loco durante a obra.

Figuras 52 e 53: Suíte de casal.



Fonte: ArcBio.

Figura 54: Cozinha gourmet.



Fonte: ArcBio.

Figuras 55 e 56: Sala de estar.



Fonte: ArcBio.

Figura 57: Fachada frontal.



Fonte: ArcBio.

Figura 58: Piscina.



Fonte: ArcBio.

O orçamento foi dividido em dois, um diz respeito ao material das paredes e lajes, totalizando R\$114.782,63. O outro orçamento é referente aos materiais da piscina e muro de arrimo, custando um total de R\$6.514,80. Os orçamentos englobam os painéis de EPS, acessórios para montagem (reforços de coluna, reforços de verga e contra-verga, *band-aid*), aditivo para chapisco, malhas de aço e treliças. Juntos eles representam um custo de R\$ 121.297,43 para a obra.

Figura 59: Orçamento 1 – paredes e lajes.



ORÇAMENTO 73

Paredes Betel - 43.767.259/0001-75
 RUA RIO TRAPIÁ, 01 AREIA BRANCA - SAO JOSE DE MIPIBU - RN CEP: 59.162-000
 Fone: (84) 2020-6975 E-mail: paredesbeteln@gmail.com Site: www.paredesbetel.com.br

DADOS DO CLIENTE

DATA: 19/05/2023

NOME: _____ CPF: _____
 RG: _____ CLIENTE: ARCBIO - Soraya / Paredes 02

DADOS DO ORÇAMENTO

	DESCRIÇÃO	QTDE.	UN.	NCM	V. UNIT.	V. TOTAL
1.	Painel de EPS tela MicroP 10cm 3.4 3F ; 5cm; esp. 10cm; p/construção civil; autoextinguível	220,00	m2	39259010	R\$ 135,00	R\$ 29.700,00
2.	Painel de EPS tela MicroP 10cm 3.4 3F ; 5cm; esp. 10cm; p/construção civil; autoextinguível	91,00	m2	39259010	R\$ 135,00	R\$ 12.285,00
3.	Painel de EPS tela MicroP 15cm 3.4 3F ; 5cm; esp. 10cm; p/ construção civil; autoextinguível	48,00	m2	39259010	R\$ 108,00	R\$ 5.184,00
4.	Painel de EPS tela MicroP 20cm 3.4 3F ; 5cm; esp. 10cm; p/ construção civil; autoextinguível	27,00	m2	39259010	R\$ 80,00	R\$ 2.160,00
5.	Painel de EPS tela MicroP 10cm 3.4 3F ; 5cm; esp. 10cm; p/construção civil; autoextinguível	102,00	m2	39259010	R\$ 135,00	R\$ 13.770,00
6.	Acessórios p/ paredes; aditivo chapisco; Ref. Coluna; Ref. Verga Contra-Verga; bandaíd	518,00	m²	73259910	R\$ 17,16	R\$ 8.888,88
7.	Aditivo p/ Chapisco Kalfix M-07	49,50	Lt	38244000	R\$ 38,50	R\$ 1.905,75
8.	malha 10x10 3.8 2,45x6,00 Q113	14,00	pc		R\$ 313,00	R\$ 4.382,00
9.	20230008 - Vergalhão CA-50 8mm 12m	40,00	Un	72142000	R\$ 53,00	R\$ 2.120,00
10.	20230009 - malha 15x15 3.4 3x2	38,00	Un	73142000	R\$ 57,00	R\$ 2.166,00
11.	Treliça H10 pesada 12m	11,00	pc		R\$ 75,00	R\$ 825,00
12.	Painel MONOICF de EPS tela 10x10cm 3.4 ; esp. 25cm; p/arrimo e piscina	30,00	m2	39259010	R\$ 200,00	R\$ 6.000,00
13.	EPS Laje Facil H10 esp. 13cm; p/ construção civil; autoextinguível	276,00	m2	39259010	R\$ 42,34	R\$ 11.685,84
14.	Treliça H10 pesada 12m	59,00	pc		R\$ 110,00	R\$ 6.490,00
15.	malha 10x10 3.8 2,45x6,00 Q113	23,00	pc		R\$ 313,92	R\$ 7.220,16

DADOS DE PAGAMENTO

TOTAL DE QUANTIDADES	1.546,50	NÚMERO TOTAL DE ITENS	15 produto(s)
VALOR TOTAL DOS PRODUTOS	R\$ 114.782,63		
VALOR TOTAL DO PEDIDO	R\$ 114.782,63		

Parcela	Data	Valor	Pagamento	OBS
PARCELA 1	30/05/2023	R\$ 46.000,00	PIX	Entrada
PARCELA 2	30/06/2023	R\$ 20.000,00	PIX	
PARCELA 3	30/07/2023	R\$ 48.782,63	PIX	

OBSERVAÇÕES

Foi feito o acordo somente dos Materiais, ficando a mão de obra por conta do cliente.

Fonte: Paredes Betel.

Figura 60: Orçamento 2 – piscina e muro de arrimo.



ORÇAMENTO 59

Paredes Betel - 43.767.259/0001-75
 RUA RIO TRAPIA, 01 AREIA BRANCA - SAO JOSE DE MIPIBU - RN CEP: 59.162-000
 Fone: (84) 2020-6975 E-mail: paredesbeteln@gmail.com Site: www.paredesbetel.com.br

DADOS DO CLIENTE

DATA: 05/05/2023

NOME: _____ CPF: _____
 RG: _____ CLIENTE: ARCBIO - Soraya - Piscina

DADOS DO ORÇAMENTO

DESCRIÇÃO	QTDE.	UN.	NCM	V. UNIT.	V. TOTAL
1. Pannel MONOICF de EPS tela 10x10cm 3.4 ;esp. 25cm; p/arrimo e piscina	30,00	m2	39259010	R\$ 200,00	R\$ 6.000,00
2. Acessórios p/ paredes; aditivo chapisco; Ref. Coluna; Ref. Verga Contra-Verga; bandaíd	30,00	m²	73259910	R\$ 17,16	R\$ 514,80
3. Mão de Obra de chapisco	0,00	m2		R\$ 4,00	R\$ 0,00

DADOS DE PAGAMENTO

TOTAL DE QUANTIDADES	60,00	NÚMERO TOTAL DE ITENS	3 produto(s)
VALOR TOTAL DOS PRODUTOS	R\$ 6.514,80		
VALOR TOTAL DO PEDIDO	R\$ 6.514,80		

OBSERVAÇÕES

Material elétrico e hidrossanitário por conta do cliente.

Fonte: Paredes Betel.

A escolha do uso do EPS na obra da casa foi da própria cliente, que já vinha pesquisando sobre a tecnologia e estava em busca de uma alternativa sustentável para a execução da residência.

Inicialmente foi feito um treinamento da equipe da NK Engenharia com os técnicos da Paredes Betel para a execução do pavimento térreo. Já a execução do primeiro pavimento foi realizada sem o auxílio dos técnicos da fábrica, apenas com visitas quinzenais de checagem.

As imagens feitas in loco foram tiradas no ano de 2024, período em que o projeto estava sendo executado. Para as paredes e piscina foram necessários 4 meses de execução, já a obra completa durou 1 ano.

Figura 61: Imagem aérea do terreno.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 62: Imagem aérea da execução das paredes do piso térreo.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 63: Imagem aérea da execução das paredes do piso térreo.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 64: Imagem aérea da execução das paredes do piso térreo.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 65: Imagem aérea da execução das paredes do piso térreo.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 66: Imagem aérea vista de cima do térreo.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 67: Sinalização do canteiro de obras.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 68: Aplicação de argamassa projetada.



Fonte: Paredes Betel.

Figuras 69 e 70: Aplicação de argamassa projetada.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 71: Chapisco aplicado.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 72: Ferros que serão concertados no meio dos painéis, alinhados e fixados com compound.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 73: local onde é fixado o arranque.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 74: Painel de piscina.
À direita o painel monolítico e à esquerda uma tampa de EPS que resiste ao aterro.
No centro são colocados ferros na longitudinal e horizontal.



Fonte: Paredes Betel.

Figura 74: Vista superior execução piscina.



Fonte: Paredes Betel.

4 RESULTADOS

Através da análise financeira realizada no tópico 2.7, sendo neste comparados os custos para execução de um mesmo projeto com alvenaria convencional e painéis monolíticos de EPS, foi possível constatar uma redução significativa no custo da construção com painéis monolíticos de EPS, atingindo um valor 29,13% menor do que os custos para produzir a mesma residência com o sistema convencional em alvenaria de blocos cerâmicos.

Porém, no que tange o outro ponto tido como critério de benefício do uso dos painéis monolíticos comparados aos sistemas tradicionais, a redução do tempo de obra, observou-se que este foi pouco ou nada afetado na análise da

residência construída em Pirangi/RN, objeto do nosso estudo de caso, que só a montagem das paredes durou 4 meses.

5 CONCLUSÃO

O artigo teve como objetivo realizar um estudo sobre os painéis monolíticos de EPS, abordando suas vantagens e desvantagens, descrevendo o sistema construtivo e analisando a viabilidade de sua utilização.

O método construtivo que utiliza painéis autoportantes de EPS visa reduzir os prazos de execução, minimizar desperdícios, diminuir a necessidade de mão de obra, além de reduzir o consumo de água e energia, promovendo a sustentabilidade e garantindo a qualidade do produto final. Esse sistema possibilita a estruturação da edificação por meio de painéis monolíticos autoportantes, eliminando a necessidade de vigas e pilares, pois o conjunto monolítico funciona como micropilares que distribuem uniformemente as cargas sobre a fundação.

A construção com EPS oferece diversas vantagens, como sustentabilidade, rapidez, conforto e redução de custos. No entanto, ainda existem limitações para sua aplicação no Brasil, como a escassez de mão de obra qualificada, dificuldades na elaboração e compatibilização de projetos, além da ausência de normas específicas para esse método construtivo.

Conclui-se que o sistema construtivo monolítico atende a diversos requisitos e pode substituir a alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto sem prejuízos, reduzindo o tempo de execução e gerando menos resíduos em comparação ao método tradicional. No entanto, é essencial a criação de normas específicas para o método, bem como a capacitação dos profissionais envolvidos.

REFERÊNCIAS

ABRAPEX (Ed.). **Manual de Utilização EPS na Construção Civil**. São Paulo: Pini, 2006. 124 p.

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.

ALVES JR, C. A. *et al.* **Reaproveitamento Do Poliestireno Expandido: Comprovação Da Sustentabilidade Do Emprego De Resíduos De EPS**. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO. **O EPS na Construção Civil: Características do poliestireno expandido para utilização em edificações**. São Paulo, 2021.

Atos Arquitetura - **Dicas para quem vai construir sua casa – Construção em EPS** |. Atosarquitetura.com.br. Disponível em: <<https://atosarquitetura.com.br/noticias/dicas-para-quem-vai-construir-sua-casa-construcao-em-eps/>>. Acesso em: 04 out. 2024.

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, 106p. Disponível em: <<http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2019.4/sistema-construtivo-em-paineis-monoliticos-de-eps-uma-solucao-para-a-construcao-de-habitacoes-populares-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2024.

BARRETO, Monalisa Nogueira. Casa EPS: **Edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido**. 2017. Trabalho final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria estrutural: tão antiga e tão atual**. Artigo – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2018. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/11194/TCC%20lanca%20Cesca%20Correa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 set. 2024.

COSTA, L. F. T. *et al.* **Casa de eps: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais**. 2019.

DA SILVA, I. L. *et al.* **Construção e gerenciamento de projetos utilizando a plataforma BIM: A metodologia BIM e suas tecnologias na construção civil.** Tópicos em construção civil: Tecnologia.

ELIBIO, Bruno Alves. **Análise comparativa entre sistemas construtivos: Alvenaria e Estrutural e Paredes de EPS.** (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: <

[https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7533/Tcc%20-](https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7533/Tcc%20-%20Bruno%20A.%20Elibio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[%20Bruno%20A.%20Elibio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7533/Tcc%20-%20Bruno%20A.%20Elibio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 02 out. 2024.

EPS BRASIL (São Paulo). Comissão Setorial de Eps. **O que é EPS?: EPS Poliestireno Expandido.** 2014. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>>. Acesso em: 23 set. 2024.

FRANCKLIN JUNIOR, I.; AMARAL, T. G. **Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil.** *Ciência Et Praxis*, Passos, v. 1, n. 2, p. 11-16, 2008a. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2078/1072> Acesso em: 02 out. 2024.

FROTA, A. B.; SHIFFER, S. R. **Manual do conforto térmico.** 5o Edição. São Paulo, 2001. 243 p

GOULART, Letícia Beraldo; SOARES JUNIOR, Gilomé Candido; RODRIGUES, Vitor Franco. **Sistema construtivo monolítico em EPS.** In: III COLÓQUIO ESTADUAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR e I CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, de 21 a 23 de maio de 2018. Anais... Belo Horizonte, MG, 2018. Disponível em: <<https://www.unifimes.edu.br/ojs/index.php/coloquio/article/view/375/454>>. Acesso em: 10 out. 2024.

ISORECORT. **Canaleta em EPS ISOBaldrame.** Disponível em: <<https://www.isorecort.com.br/segmentos-de-atuacao/construcao-civil/canaleta-em-eps-isobaldrame/>>. Acesso em: 27 de set. 2024.

KIESEWETTER, Oswaldo. **Como construir: Paredes de painéis monolíticos de EPS.** *Téchne: A revista do Engenheiro Civil*, São Paulo, v. 1, n. 129, p.101-104, 14 dez. 2007. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/51988351/techne-129#scribd>>. Acesso em: 20 set. 2024.

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

MELO, Adriel Francisco. **Métodos construtivos com ênfase no Poliestireno Expandido - EPS.** / Adriel Francisco Melo. – 2022.

MENEZES, Apolo Garangau et al. **Sistema Construtivo com a utilização de painéis monolíticos em EPS: viabilidade sobre o convencional.** In: SEMANA DE PESQUISADA UNIT – SEMPESq, 09 a 12 de novembro de 2020. Anais... Maceió, AL, 2020. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/49420897-Lorena-pereira-duarte-e-pedro-vieira-carneiro.html>>. Acesso em: 29 set. 2024.

MONOLITE. **Sistema construtivo leve.** Disponível em: <<http://www.monolite.com.br/home>>. Acesso em: 12 de out. 2024.

MONTENEGRO, Ricardo Sá Peixoto; SERFATY, Moysés Elias. **ASPECTOS GERAIS DO POLIESTIRENO: Setor Petroquímico.** 2002. Biblioteca Digital da BNDES. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_E_xpressa/Tipo/BNDES_Setorial/200209_13.html>. Acesso em: 10 out. 2024.

MOURA, João Vítor Souza; SANTOS, Marco Túlio Ferreira. **A Utilização do Poliestireno Expandido (EPS) na Construção Civil.** 2019.

NÓBREGA Medeiros, Á. (2017). Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2017.1/avaliacao-de_paredes-sanduiche-em-argamassa-armada-com-nucleo-de-eps.pdf>. Acesso em: 29 set. 2024.

PAVESI, Dante et al. **Estudo comparativo dos sistemas construtivos light steel frame e de placas monolíticas de poliestireno expandido aplicados à construção de habitações de interesse social.** 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171773/TCC%20Reposit%C3%B3rio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 out. 2024.

PET ENGENHARIA CIVIL UFJF. **Sistema Construtivo: Alvenaria Moldada.** Disponível em: <www.blogdopetcivil.com/2015/05/11/sistema-construtivo-alvenaria-moldada>. Acesso em: 6 out. 2024.

PETRELLA, A.; DI MUNDO, R.; NOTARNICOLA, M. **Recycled expanded polystyrene as lightweight.**

PINHEIRO, M. A. **Análise da utilização de ferramentas não convencionais na construção civil.** Orientados: Cicero J. V. Sila. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/1457>>. Acesso em: 6 out. 2024.

REIS, Cíntia. **Painel Monolítico em EPS (Poliestireno Expandido).** 2015. Disponível em: <<http://www.guiadaobra.net/painel-monolitico-eps-poliestireno-expandido-718/>>. Acesso em: 03 out. 2024.

Revista CONSTRUINDO, Belo Horizonte. Volume 15, número 01, p. 78 – 103, Jan/Jun, 2023 . **O USO DO SISTEMA MONOLÍTICO EM EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**
AFFONSO, Bruno de Castro; GOMES, Daniel Augusto Rezende; REIS, Elvys Dias; DAMASCENO, Deysiane Antunes Barroso.

RIBEIRO, Marcellus S. **A industrialização como requisito para a racionalização da construção**. Rio de Janeiro: UFRJ/PROARQ/FAU, 2002 (Dissertação M. Sc.)

ROSA, J. C. *et al.* **Descrição do processo construtivo de residências utilizando painéis autoportantes de EPS**. Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. 2021.

SILVA, C. J.; GUIMARÃES, L. R. R.; VAZ, Y. M. C. **Abordagem Teórica Sobre Construções com Poliestireno Expandido (EPS)**. 2021.

SOUZA, L. M.; ASSIS, C. D. **Placas para alvenaria de vedação com uso de espuma de poliestireno expandido (EPS)**. 2014

TÉCHNE. **Sistemas construtivos: Painéis monolíticos de concreto**. Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/188/artigo286963-2.aspx>>. Acesso em: 20 set. 2024.

TERENCIO Costa,L.F.(2019). **Casa de eps: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais**. Disponível em:<
<https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/650/1/Casa%20de%20eps%20an%C3%A1lise%20do%20uso%20dos%20pain%C3%A9is%20monol%C3%ADticos%20de%20poliestireno%20expandido%20em%20constru%C3%A7%C3%B5es%20residenciais.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2024.

Triviños, A. N. S. (1987). **Introdução à pesquisa em ciências sociais: A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, SP: Atlas.

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