

Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na Produção de Edificações

Adriane Honório Gabriel¹; Dannilo Teixeira da Silva²; Henrique Domingues de Paula³ e João Carlos Mendonça Rezende⁴

Universidade UNA de Catalão – Campus Santo Antônio
Ruvier Rodrigues Pereira, Professor Orientador, Curso de Engenharia Civil
adrianehgabriel@hotmail.com¹
dannilo.tx@hotmail.com²
henriquedominguesdepaula@gmail.com³
jcarlos.mdr@gmail.com⁴

Resumo

A construção civil é uma das ações humanas que mais causam impacto no meio ambiente. A busca constante por uma indústria construtiva mais sustentável reflete em diversas frentes e resulta na adoção de condutas como a minimização do consumo de matérias-primas, otimização dos recursos naturais e da utilização de novas e diversas tecnologias construtivas que possam reduzir os impactos ambientais gerados na produção de edificações. Para tanto é necessário desenvolver uma visão holística em torno da sustentabilidade nos seguintes aspectos: ambiente, economia e cultura. Neste sentido, a presente pesquisa procurou mostrar o emprego do EPS - Poliestireno Expandido, na construção civil. Realizou-se um levantamento dos processos de fabricação e reciclagem, bem como dos principais usos /aplicações do EPS no ramo da construção civil. A partir do levantamento foram sistematizadas as principais vantagens e entraves na produção de edificações para responder à pergunta: o quão viável é o EPS para a construção civil? Como resultado, foi possível constatar suas vantagens: leveza, baixo custo de produção, baixo consumo de água, possibilidade de ser 100% reaproveitado, resistência mecânica satisfatória quando aliada a outros materiais, entre outros. E assim foi possível também constatar a sua viabilidade econômica em termos quantitativos e percentuais, bem como as possibilidades de uso do EPS visando o baixo impacto no canteiro de obras e a qualidade do espaço construído.

Palavras-Chave: EPS, Poliestireno Expandido, Construção civil, Aplicações.

Abstract

Civil construction is one of the human actions that most impact the environment. The constant search for a more sustainable construction industry reflects on several fronts and results in the adoption of behaviors such as minimizing the consumption of raw materials, optimizing natural resources and the use of new and various construction technologies that can reduce the environmental impacts generated in the building production. Therefore, it is necessary to develop a holistic vision around sustainability in the following aspects: environment, economy and culture. In this way, this research sought to show the use of EPS - Expanded Polystyrene, in civil construction. A survey was carried out on the manufacturing and recycling processes, as well as the main uses/applications of EPS in the civil construction sector. From the survey, the main advantages and obstacles in the production of buildings were systematized to answer the question: how viable is EPS for civil construction? As a result, it was possible to see its advantages: lightness, low production cost, low water consumption, possibility of being 100% reused, satisfactory mechanical resistance when is used with other materials, among others. And so it was also possible to verify its economic viability in quantitative and percentage terms, as well as the possibilities of using the EPS targeting at the low impact on the construction site and the quality of the built space.

Keywords: EPS, Expanded Polystyrene, Civil Construction, Applications.

1. INTRODUÇÃO

As atividades humanas impactam diretamente no meio ambiente. Essas atividades podem levar à degradação, poluição e esgotamento das áreas que sofreram com a ação humana e a alteração do clima do planeta. Uma das ações humanas que mais impactam no meio ambiente é a indústria da construção e, por esse motivo, é uma das forças motriz para o atendimento de metas de desenvolvimento sustentável (SILVA, 2003). É nesse contexto que surge a necessidade de que o Engenheiro Civil atue de forma a mitigar seus impactos negativos no meio ambiente sem que seja necessário abrir mão do conforto, da qualidade e do avanço que sua atuação proporciona para a sociedade.

Se hoje há uma comoção global em prol da sustentabilidade, dentro da construção civil não deve ser diferente. De acordo com Canter (1995) e Carpenter (2011), conforme citado por Pinheiro (2003), a construção civil é uma atividade tendencialmente consumidora de recursos e em muitos casos com um impacto significativo no ambiente, embora procure crescentemente minimizar ou compensar os impactos negativos e valorizar os impactos positivos. Uma forma pela qual o profissional de engenharia pode amenizar os impactos das edificações no ambiente construído é tendo uma visão holística sobre a obra e todo o seu entorno. Essa visão implica desde a concepção espacial do canteiro de obras e averiguação do solo, passa pelo desenvolvimento dos projetos técnicos, pela construção e gestão da obra, e deve incidir até nos resultados futuros e seus respectivos impactos gerados no ambiente a curto, médio e longo prazo.

A construção sustentável, de acordo com Pereira (2009), provém do conceito de sustentabilidade que envolve os três aspectos: o ambiente, a economia e a cultura. Onde o agente ambiente diz respeito a uma conservação do ecossistema e dos recursos, o agente economia trata sobre os gastos ou poupança realizados em relação a utilização de um edifício a curto e longo prazo e, por fim, o agente cultural que aborda os valores sociais na distribuição de custos e benefícios. Considera-se, assim, a importância de uma análise criteriosa sobre os possíveis impactos que pode gerar determinada construção e como gerar uma edificação mais sustentável.

Dentre os benefícios de uma construção sustentável está a possibilidade de amplo e ágil reaproveitamento de materiais através de uma gestão dos resíduos sólidos, maior viabilidade em relação aos custos da obra através do reuso de materiais e através da redução e otimização do consumo de materiais e energia, redução dos resíduos gerados resultando em mais limpeza no campo de obra, preservação do ambiente natural e melhoria da qualidade do ambiente construído e seu entorno. Em suma, é perfeitamente plausível afirmar que o conceito de construção sustentável está vinculado a várias opções vantajosas – para empreiteiras e também para a sociedade.

Partindo desse conceito de sustentabilidade na Engenharia Civil, novas medidas surgem propondo intervenções relevantes para tal comunidade, mas que também são de interesse global. Por muito tempo, os métodos de construção convencionais eram unânimes dentro dos canteiros de obras de todo o mundo. Não se questionava novos métodos e tampouco era falado sobre essa necessidade de se buscar novas tecnologias ou desenvolver novos materiais para substituir os tradicionais e suprimir suas falhas.

Vale ressaltar que:

“(...) a busca por aumento nos lucros pela redução dos custos e no aumento de produtividade não pode resultar em inovações tecnológicas na construção com redução da qualidade, ao contrário, deve-se procurar que as soluções inovadoras reflitam no aumento da produtividade e também da qualidade final do produto e de sua durabilidade, conforme exigências da



Norma de desempenho da ABNT NBR 15575:2013, traduzindo isso em atendimento as exigências do usuário.” (CBIC, 2016).

Pott, Eich e Rojas (2017) destacam algumas inovações alcançadas nos últimos anos, a saber: contrapiso autonivelante, impressoras 3D, equipamentos de proteção individual tecnologicamente avançados, concreto translúcido, plataforma BIM, drones, telhas solares e o Poliestireno Expandido (EPS).

Nessa inovação do EPS se insere o presente estudo. E nessa busca incessante por novos materiais que possam melhorar um ou mais aspectos na construção civil é que se cogitou o uso de Poliestireno Expandido, do inglês Expanded Polystyrine (EPS), que, segundo Isopor (2019), possui uma série de aplicações além das construções civis.

Através de uma revisão de literatura integrativa, objetiva-se entender do que realmente se trata tal componente, quais seus usos, e finalmente como é de fato utilizado na área de construção civil. Ao final dessa análise, pretende-se definir se tal composto deve ser largamente utilizado, analisar as vantagens proporcionadas pelo EPS em função do seu custo comparado aos materiais convencionais, bem como apontar suas principais desvantagens.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O tema principal do presente estudo é a construção civil utilizando, de alguma maneira, o Poliestireno Expandido, seja como um componente para produção de algum composto, ou utilizado diretamente na obra. Independentemente da forma utilizada, é importante que se entenda um pouco mais sobre essas expressões e termos comumente utilizados quando são discutidos, para que então, de fato, se possa apresentar os resultados obtidos com essa pesquisa.

2.1. CONSTRUÇÃO CIVIL

Ferreira (2019) define construção civil como sendo a etapa de um projeto de arquitetura ou engenharia onde ocorre a sua execução, ou seja, a construção daquilo que foi projetado pelo engenheiro ou arquiteto e é constituído pela fundação (alicerce, colunas, estacas, baldrame e outros elementos que servirão de base para erguer a construção), alvenaria (paredes, colunas, amarração, laje e outras partes da obra) e acabamento (etapas de finalização como colocação do piso, forro, revestimento das paredes, colocação de peças como pia, objetos de banheiro, pintura, entre outros).

Para o autor Ferreira (2019), também se ampara na Receita Federal, mais especificamente na Instrução normativa nº 1845 de 22 de novembro de 2018, que define obra de construção civil como a construção, a demolição, a reforma, a ampliação de edificação ou qualquer outra benfeitoria agregada ao solo ou ao subsolo. Os órgãos responsáveis no Brasil são a ABNT pelas normas técnicas e o Conselho Regional de Engenharia fiscaliza e os responsáveis civis são engenheiros e arquitetos devidamente registrados no CREA ou no CAU ou nos órgãos municipais.

2.2. POLIESTIRENO EXPANDIDO – EPS



Segundo Isopor (2019), o EPS conhecido, no Brasil, por Isopor®, registrado em 1988 pela marca Knauf Isopor, surgiu em 1949, na Alemanha através do trabalho dos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz, sendo primeiramente composto por polímeros e monômeros de estireno (um hidrocarboneto líquido oriundo do petróleo) e, desde então, sua composição mudou para se adequar cada vez mais aos princípios ambientais de preservação e redução de emissão de gases CFCs (Cloro-Fluor-Carbono) que faziam parte de seu processo de produção, gases esses substituídos por pentano que não são prejudiciais a camada de ozônio.

Como se trata de um composto expandido, como o próprio nome diz, grande parte de sua composição é ar, e, como descreve Isopor (2019), o EPS é da família dos plásticos e é fabricado a partir de pequenos grânulos à base de petróleo, sendo constituído dessa forma por 98% de ar e 2% de matéria prima, sendo os formatos, densidade e características físicas adequadas para cada finalidade, podendo ser:

- Construção civil: é o segmento que mais usa EPS no mundo, sendo empregado desde a estrutura até os acabamentos da construção, como em telhas térmicas, forros, sancas, molduras, revestimentos, assentamento de estradas e rodovias, concreto leve e contrapiso;
- Caixas térmicas: por ser atóxico, isolante térmico e higroscópico (não absorve água), caixas de EPS atendem as normas da indústria alimentícia e de saúde quando medicamentos e vacinas precisam ser transportados em segurança e temperatura adequada;
- Embalagens: apesar de leve, possui alta capacidade de proteção contra impactos, choques e desgastes mecânicos, características essas aproveitadas na logística de eletrônicos e eletrodomésticos;
- Automotivo: por conta de sua leveza, resistência mecânica, baixa absorção de água e isolamento térmico EPS também é direcionado para fabricação de equipamentos de segurança como por exemplo capacetes.

Em relação às aplicações, Thais (2014), demonstra uma série de imagens que exemplificam as aplicações comuns do EPS nas áreas citadas acima. A figura 1 representa aplicações comuns na área de construção civil, mas ressalta-se suas aplicações também em embalagens e caixas térmicas e em travessieiros e *puffs*.

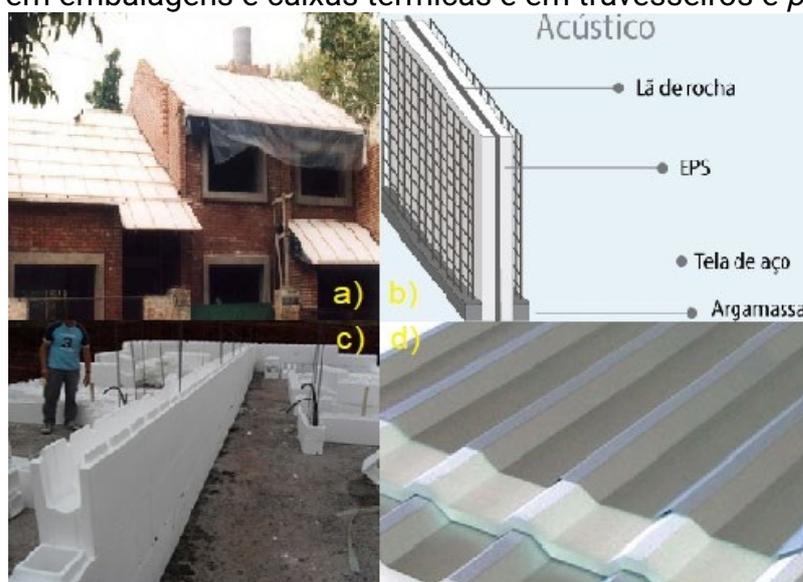


Figura 1 – Aplicações de EPS em construção civil: (a) isolamento térmico, (b) isolamento acústico, (c) blocos e (d) telha termoacústica (THAIS, 2014).

Em relação a como o EPS é produzido, pode-se observar a figura 2, que descreve todos os processos desde a retirada do petróleo até a obtenção do EPS propriamente dito, assim como qual tipo de indústria é responsável por cada etapa do processo. Após a produção, o EPS precisa ser transformado para ser utilizado nas mais diversas aplicações.

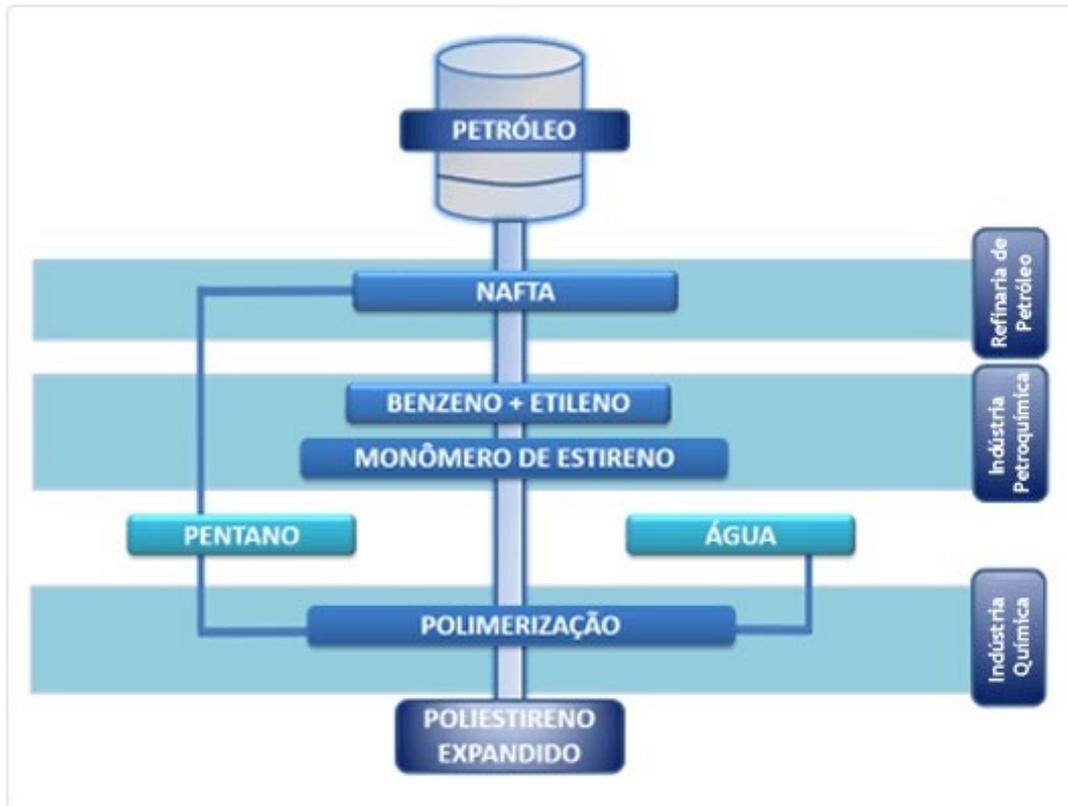


Figura 2 – Processo produtivo do EPS (ABIQUIM, 2020).

O EPS, assim como demais plásticos, são oriundos do petróleo. Após sua extração, essa matéria bruta passa pelas refinarias de petróleo para retirar suas impurezas por meio da destilação fracionada e assim obter a nafta. Essa fração de nafta segue para a Indústria Petroquímica onde é utilizado para quebrar ligações químicas entre moléculas e obter os chamados monômeros. No caso do EPS, utiliza-se a combinação dos hidrocarbonetos benzeno e etileno com nafta para se obter o monômero de estireno. A partir disso, a Indústria Química adquire esta matéria no formato de esferas minúsculas e injeta o gás pentano. As esferas então passam pelo processo de pré-expansão. Nessa fase, adiciona-se água em altas temperaturas para fazer com que o vapor penetre nas esferas mais rápido do que o pentano a extravasa. O resultado desse processo de polimerização do estireno resulta no poliestireno expandido. Depois de um período de 6 horas em repouso nos silos, o EPS é injetado nos seus respectivos moldes através de ar comprimido. Por fim, as peças são novamente expostas ao vapor para se fundirem e tomarem o acabamento desejado e seguir para o consumidor final. Vale ressaltar que este não é o fim do ciclo do EPS, pois ele ainda pode, após sua aplicação, ser reciclado já que seu tempo de decomposição é indeterminado.

Isopor (2019) ainda destaca características de pós-uso do EPS, em que o aponta como um material não biodegradável e, por consequência, seu descarte deve ser feito de maneira consciente. Porém, apesar de não biodegradável, é 100% reciclável: no Brasil,

34,5% do material produzido é reciclado e reutilizado na produção de objetos de plástico, colas, solas de sapato ou como combustível para energia termoelétrica, tal processo de reciclagem está detalhado na figura 3.

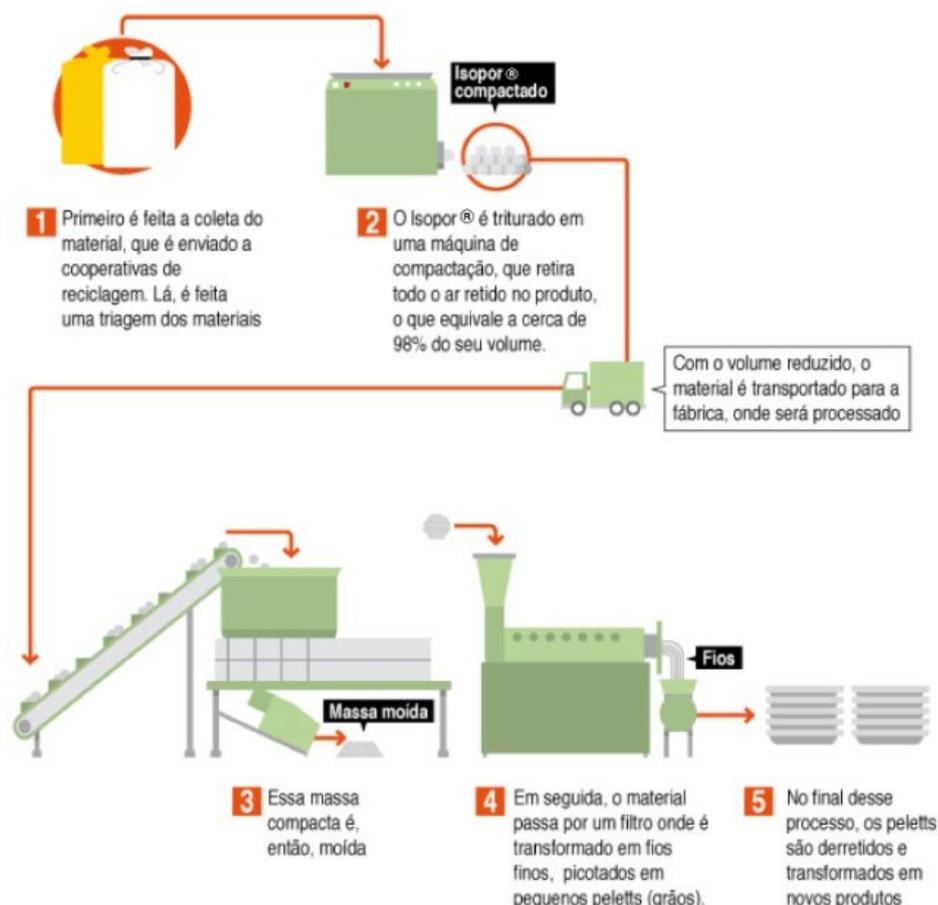


Figura 3 – Processo de reciclagem do EPS (ABIQUIM, 2020).

De acordo com a Figura 3 (ABIQUIM, 2020), o processo de reciclagem do EPS consiste em triturar o material coletado em uma máquina de compactação a fim de retirar todo o ar ainda embutido. Com o seu volume reduzido, essa massa compactada é moída para passar num filtro que a transforma em fios finos, que por sua vez, são picotados em pequenos pellets. Por fim, esses pellets são derretidos para tomar a forma de um novo produto.

É importante destacar que o EPS reciclado não perde qualidade como acontece com outros materiais. Segundo o estudo de Samper et al (2008), o material recuperado não sofreu nenhum tipo de degradação no processo de recuperação, sendo a temperatura de transição vítrea do recuperado muito próxima do original, além de que o recuperado mostra melhor resistência à degradação que o Poliestireno na forma de cristal.

Além disso, ABIQUIM (2020) lista as principais vantagens do uso do EPS, sendo elas: excelente relação custo/volume útil, boa relação resistência/massa, excelentes características de deformabilidade (resiliência elevada) e estabilidade dimensional, facilidade de uso e conformação, ampla compatibilidade físico-química com os demais materiais empregados na construção civil, durabilidade, ampla adequabilidade com métodos e processos empregados na construção civil e sustentabilidade por ser 100% reciclável.

3. METODOLOGIA

O trabalho em questão se trata de uma revisão de literatura integrativa de caráter qualitativo, que foi realizado a partir da pesquisa na base de artigos científicos, Google Acadêmico e também no próprio Google, utilizando-se os descritores: “Construção em EPS” e “Poliestireno Expandido – EPS”. De início, foram selecionados todos os artigos relacionados à engenharia civil, uma vez que EPS também é a sigla utilizada na área da saúde para Educação Permanente em Saúde. Então, foram selecionados dois tipos diferentes de artigos, teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso. O primeiro tipo seriam aqueles responsáveis por compor o capítulo de fundamentação teórica, ou seja, aqueles que tratam sobre definições, métodos e caracterização relacionadas à construção utilizando o EPS, e, dessa maneira, foram selecionadas 5 pesquisas.

Já o segundo tipo de trabalho foi aquele em que o(s) autor(es), descreveram ou relataram como é dada a aplicação de EPS diretamente na construção civil, artigos de comparação com materiais já largamente utilizados e demonstração de novos materiais para construção civil com base em EPS, obtendo, dessa forma, 10 trabalhos a serem analisados.

Para que os trabalhos fossem selecionados para qualquer dos tipos, primeiramente foi analisado seu título, para definir se o trabalho tratava realmente de construção civil, posteriormente a seleção foi feita a partir da leitura de seus resumos e, finalmente, a última seleção foi a partir da leitura de suas conclusões e o que aquele trabalho de fato contribuiu para o assunto.

4. RESULTADOS

Após entendimento dos termos norteadores do presente trabalho, pode-se então adentrar de fato nos resultados encontrados da aplicação de EPS na construção civil, os trabalhos mais relevantes em relação ao tema foram sumarizados nos Quadros 1 e 2, sendo que o primeiro quadro identifica os trabalhos através de um número, e o segundo descreve o que tais pesquisas almejavam e o que de fato alcançaram em seus resultados.

Quadro 1 – Trabalhos selecionados para análise.

Nº	Títulos	Autores	Meio de publicação	Ano
1	Lajes nervuradas com blocos de EPS – Utilização em obras da construção civil da região do sertão central no estado do Rio Grande do Norte.	Barbosa, A. A. C. D. <i>et al.</i>	VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental	2017
2	Poliestireno expandido (EPS) utilizado na fabricação de concreto.	Barom, N.; Freitas, G. S.	5º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente	2016



3	Análise do desempenho térmico de sistema construtivo de concreto com EPS como agregado graúdo.	Bezerra, L. A. C.	Dissertação	2003
4	Isopetra, suas características físicas ante ao EPS – Poliestireno expandido.	Borges, E.; Gonçalves Junior, E. L.; Almeida, I. M. F.	Revista Científica de Ciências Aplicadas – FAIP	2017
5	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.	Carvalho, M. A.	Tese	2019
6	ECOGrid – Painel de estrutura armada de EPS – Tecnologias sustentáveis em sistemas construtivos convencionais.	Castro, L. L. <i>et al.</i>	Anuário de produções acadêmicas científicas dos discentes da Faculdade Araguaia	2018
7	Concreto Ultraleve® estrutural com pérolas de EPS: Caracterização do material e estudo de sua aplicação em lajes.	Catoia, T.	Tese	2012
8	Construção com Painéis Sanduíche de Silicato de Cálcio, Cimento e EPS.	Faria, R. F. J.	Dissertação	2014
9	Sistema construtivo monolítico em EPS.	Goulart, L. B.; Junior, G. C. S.; Rodrigues, V. F.	III Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e I Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar	2018
10	Viabilidade da aplicação do Poliestireno expandido na construção civil.	Junior, L. N. A.; Neto, C. L. A.	Revista FENEC	2017

Quadro 2 – Informações dos trabalhos selecionados.

Nº	Objetivo	Métodos	Resultados
1	Realizar um estudo sobre a utilização do EPS como material de enchimento em lajes pré-moldadas em obras da região central do RN.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de formulários; • Registros fotográficos; • Teste de resistência à compressão e tração na flexão. 	<ul style="list-style-type: none"> • 22% das obras visitadas utilizam EPS como material de enchimento, o que indica pouco conhecimento da tecnologia envolvendo o material; • O bloco se rompeu com carga de 51,33 Kgf e apresentou uma flecha de cerca de 12 cm, indicando boa resistência antes do rompimento.
2	Buscar uma alternativa de aproveitamento para o resíduo gerado de EPS e verificar experimentalmente a possível fabricação de concreto utilizando EPS residual na substituição parcial, levando a consequente diminuição do volume final de material polimérico descartado.	Análise de eficiência na substituição feita por teste de resistência dos corpos de prova.	Maioria das amostras apresentou diminuição da resistência, no entanto, a substituição parcial de 5% mostra os 24,06 Mpa, como 100% da resistência com o rompimento do corpo de prova aos 28 dias de idade, satisfazendo a norma.
3	Analisar de forma quantitativa o desempenho térmico de paredes construídas com blocos de concreto cuja composição agrega o poliestireno expandido (EPS) reaproveitado na forma de flocos e em placas, constituindo desse modo um concreto leve.	<p>Pesquisa experimental;</p> <p>Ensaios de resistência à compressão e ensaios de determinação das propriedades termofísicas.</p>	Paredes de concreto leve apresentam melhor desempenho térmico do que outros dois sistemas construtivos consagrados comercialmente, nos quesitos alvenaria de vedação e isolante térmico entre o meio externo e o interno das edificações. Ao misturar EPS reaproveitado no concreto, reduz-se também impacto ambiental.

4	<p>Observar o comportamento da Isopedra quanto aos resultados já alcançados do EPS, a fim de ser mais uma maneira de reaproveitar a sobra desse material e implantá-lo na construção civil.</p>	<p>Pesquisa bibliográfica; Pesquisa de campo.</p>	<p>As características das Isopedras ante o EPS são as mesmas, pois é uma evolução do próprio material salvo o pequeno aquecimento que nele é empregado para se transformar em um agregado solidificado.</p> <p>É um material advindo das sobras de operações de trabalho feitas com EPS denominado como resíduos, o aproveitamento dele com este âmbito faz-se como um destino de extrema valia para a sustentabilidade e preservação do meio ambiente.</p>
5	<p>Analisar a viabilidade do aproveitamento dos resíduos de poliestireno expandido (EPS), também conhecido como Isopor®, para a produção de materiais para serem utilizados na construção civil.</p>	<p>Pesquisa experimental; Análise técnico econômica</p>	<p>Os blocos com EPS eram 4kg mais leves, 1,4°C mais frios, 0,77t menos resistentes;</p> <p>As telhas eram 2,2kg mais leves, de 3° a 6,5°C mais frias e 0,44t menos resistentes;</p> <p>Uso de EPS na produção de blocos e telhas gera uma economia no preço final entre 31,6 e 46,64%.</p>
6	<p>Mostrar as vantagens que o sistema construtivo ECOGrid que se trata de um tipo modular pode trazer com a utilização de painéis em poliestireno expandido – EPS revestidos de malha de aço galvanizado.</p>	<p>Pesquisa bibliográfica.</p>	<p>O sistema apresenta propriedades termoacústicas e antifúngicas;</p> <p>São painéis formados por blocos de EPS intercalados por treliças de aço galvanizados, envoltas nos dois lados por malha de ferro galvanizado;</p> <p>Possui resistência de 20 a 40 ton/ m sem usar vigas e pilares;</p> <p>Grande avanço para construção civil pelo baixo comprometimento do meio ambiente, devido à redução de produção de resíduos, rapidez de execução e benefícios diretos ao consumidor final.</p>

7	Determinar as principais características do concreto leve com pérolas (esferas) de EPS, também conhecido como <i>Concreto Ultraleve</i> [®] ou <i>Concreflex</i> [®] .	Pesquisa experimental; Testes físicos.	<p>Concreto com aproximadamente metade da massa específica dos concretos convencionais, apresenta características compatíveis com a produção e uso comercial de lajes maciças, principalmente pré-moldadas, o que pode ser estendido a outros elementos que não necessitem de concretos com resistência muito alta;</p> <p>O estudo de carbonatação comprovou uma boa durabilidade.</p>
8	Elaboração do estado da arte sobre a aplicação de painéis sanduíche de silicato de cálcio, cimento e EPS na indústria da construção com a identificação das suas vantagens e desvantagens.	Pesquisa bibliográfica.	O trabalho conseguiu alcançar o objetivo de apresentar o material pouco conhecido, assim como através da apresentação de suas vantagens e desvantagens, mostrar as possíveis aplicabilidades como material alternativo aos métodos convencionais de construção.
9	Analisar o sistema construtivo monolítico em EPS, comparando-o com o método de alvenaria convencional, e assim, apontar as reais vantagens deste sistema e as benfeitorias que o mesmo acarreta para a sociedade.	Estudo comparativo, teórico bibliográfico.	O sistema construtivo monolítico é um método de construção rápido, preciso, objetivo e eficiente, além de utilizar material de boa qualidade, e por esse motivo pode substituir sem prejuízo algum a alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto, reduzindo assim tempo de execução e geração de resíduos. Porém encontra-se resistência do setor da construção civil quando se trata de novas técnicas.

10	Apresentar a viabilidade da aplicação do poliestireno expandido na construção civil e abordar a utilização do EPS (Poliestireno Expandido) em estradas, rodovias, lajes, paredes de vedação, juntas de dilatação e sua reutilização.	Pesquisa bibliográfica.	O Poliestireno Expandido é um material economicamente viável por não ser alvo de insetos, fungos e bactérias, é extremamente leve e pode ser inteiramente reciclado. A maior desvantagem do material é o grande volume que ocupa, dificultando o armazenamento. A reciclagem pode acontecer no próprio canteiro de obras.
----	--	-------------------------	---

Como observado, a maioria dos resultados encontrados relacionados aos avanços na área de construção civil e, conseqüentemente, na área de engenharia civil, é publicada através de congressos, simpósios e afins, ou através de pesquisas mais aprofundadas realizadas na pós-graduação, seja ela doutorado ou mestrado, deixando claro que, dos 10 trabalhos selecionados aqui para análise, 4 foram frutos de pesquisas de pós-graduação, 4 foram publicados em congressos e apenas 2 em revistas especializadas.

Em relação aos resultados, é unânime a aprovação do EPS como um material a ser utilizado nas várias áreas que envolvem a construção civil. O artigo 10 (JUNIOR e NETO, 2017), por exemplo, através de pesquisa bibliográfica, concluiu que o EPS deve, sim, ser utilizado na construção civil, por não ser alvo de insetos, fungos e bactérias, por ser inteiramente reciclável e economicamente viável, com a única desvantagem de difícil armazenamento por conta de seu volume.

O artigo 5 (CARVALHO, 2019) produziu resultados que complementam os apresentados pelo artigo 10, uma vez que deixou claro que o uso de EPS torna o valor final da obra consideravelmente mais barato. Além de, assim como os artigos 1, 2 e 3, afirmar que o uso do resíduo de EPS para produção de blocos reduz, sim, sua resistência, porém, mesmo assim, atende às normas de segurança e, por isso, é um método que deve ser considerado durante a construção civil. O artigo 5 (CARVALHO, 2019) aponta, ainda, que tanto blocos quanto telhas que utilizem EPS em seu preenchimento são mais leves e possuem menor temperatura.

O artigo 3 (BEZERRA, 2003), apesar de apresentar a mesma conclusão que 1, 2 e 5, estudou não somente blocos, mas também o desempenho térmico de paredes quando utilizado o EPS, e chegou à conclusão que possuem melhor desempenho térmico e acústico que os comumente utilizados. Porém, apesar de concordar com esse pensamento, o artigo 1 (BARBOSA et al., 2017) afirma que, mesmo as vantagens estando claras para o cliente e para o responsável pela obra, métodos novos utilizando EPS são ainda pouco empregados devido à falta de conhecimento sobre o assunto por parte dos realizadores das obras.

Esses métodos, inclusive, foram abordados pelos artigos 4, 6, 7, 8 e 9. O artigo 4 (BORGES, JUNIOR e ALMEIDA, 2017) mostra um derivado do EPS chamado Isopedra, um resíduo de EPS após a aplicação a uma certa temperatura. A conclusão foi de que, como a Isopedra parte do EPS, possui as mesmas características físicas que o original e, por isso, pode ser aplicada nos mesmos casos.

Já o artigo 6 (CASTRO, 2018) descreve o uso do ECOGrid, blocos de EPS envoltos por aço galvanizado, que substituiriam os comumente utilizados, por serem menos nocivos ao meio ambiente, e pela construção se tornar mais rápida ao utilizá-los. O que parece muito com os resultados obtidos pelo artigo 8, que defende o uso de painéis

sanduíche de silicato de cálcio, cimento e EPS, que, em suma, fariam o mesmo que o ECOGrid, pois substituiria um método comumente empregado, por um método mais rápido e mais ecologicamente correto pela presença do EPS e seu caráter reciclável.

Além disso, o artigo 7 (CATOIA, 2012) também discorre sobre um produto novo, o chamado Concreflex®, que é obtido utilizando pérolas de EPS como parte do enchimento no concreto, obtendo, assim, um concreto com menor peso específico e mesmas características dos comumente utilizados, o que se relaciona diretamente aos resultados obtidos pelos artigos 1, 2 e 5.

Já o artigo 9 (GOULART, JUNIOR e RODRIGUES, 2018) se refere não a um produto, como os dois artigos supracitados, mas sim a uma metodologia de construção em que se utiliza o EPS, denominada “Sistema Monolítico em EPS”, que é um método de construção rápido, preciso, objetivo e eficiente, e, por esse motivo, pode substituir, sem prejuízo algum, a alvenaria convencional de blocos cerâmicos ou de concreto, reduzindo assim tempo de execução e geração de resíduos.

Porém, a conclusão do artigo 9 (GOULART, JUNIOR e RODRIGUES, 2018) é semelhante à do artigo 1, uma vez que foi detectado um baixo uso de materiais e métodos de EPS por parte dos responsáveis pela construção civil, seja por falta de conhecimento, ou pelo simples medo de deixar o que já funciona, o que já é utilizado, por um método ou produto que, mesmo que seja comprovadamente melhor, mais barato e mais leve, requer um novo conhecimento que, muitas das vezes, tais profissionais não estão dispostos a se empenhar para obter.

Dentre todos os estudos abordados nesta revisão, o artigo 5 (CARVALHO, 2019) é o que mais apresenta caráter técnico-econômico por fazer uma profunda análise da viabilidade econômica do uso de EPS na construção civil em face dos métodos convencionais. A autora, Carvalho (2019), aponta que para o bloco de concreto convencional foi obtido um valor de venda do milheiro por R\$ 2.300,00, enquanto que ao substituir 60% da quantidade de areia da composição por EPS, houve uma economia de R\$ 429,00. Em se tratando da telha de concreto, foi obtido o valor de venda de R\$ 1.900,00, porém quando se substitui 60% da areia desta composição por EPS, o valor de venda cai para R\$ 1.484,00, isto é, uma economia de R\$ 415,80. Embora os demais trabalhos não apresentem termos quantitativos quanto à economia do uso de EPS, há uma unanimidade em confirmar a viabilidade do EPS na construção civil.

5. CONCLUSÃO

De acordo com o que foi elucidado através deste trabalho, bem como da revisão bibliográfica proposta pelo mesmo, conclui-se que:

- a) O presente estudo explana de forma clara sobre o que de fato é o poliestireno expandido (EPS), seus usos e aplicabilidades encontradas no cenário atual da Engenharia Civil, a saber: ECOgrid, sistema monolítico de construção em EPS, Isopedra, *Concreto Ultraleve*® ou *Concreflex*®, lajes nervuradas com blocos de Isopor® e EPS como substituto do agregado graúdo e agregado miúdo;
- b) De acordo com Carvalho (2019), o EPS é um material economicamente viável para a construção civil e, portanto, pode ser amplamente utilizado, sendo que o seu uso torna o valor final da obra de 31,65 a 46,64% mais barato.



- c) Suas principais desvantagens são: dificuldades de armazenamento devido ao seu volume, não recomendado para estabelecimentos com maior risco de incêndios, maior gasto com blindagem elétrica e necessidade de mão de obra especializada, a qual ainda não apresenta uma oferta satisfatória no Brasil.

Além disso, embora o tema apresenta uma crescente significativa de trabalhos publicados concluiu-se que é preciso ser melhor explorado as pesquisas em relação a novos materiais e produtos relacionados ao EPS e derivados, uma vez que grande parte dos artigos encontrados falavam apenas de se utilizar o resíduo de EPS como parte do preenchimento para concretos, gerando o chamado concreto leve, com exceção do artigo 7, que apontou o próximo passo, apresentando um produto patenteado com aquilo que a maioria fazia, mas não se atentavam para o valor econômico embutido.

Mas, ao mesmo tempo, tem-se um enorme rigor técnico dos artigos em relação aos testes, o que torna os resultados mais factíveis e passíveis de comparação com a realidade de cada construção civil a ser analisada.

Como foi visto, o EPS é tão maleável quanto a sua aplicação. É possível aplicar EPS como enchimento para blocos, como painéis para alvenaria, além de telhas revestidas, entre outros recursos. E, além de maleável, é um material que torna as obras mais baratas, os materiais mais leves e, por consequência, reduz o esforço aplicado nas vigas de sustentação por exemplo, o que aumenta a segurança das edificações construídas e reduz o custo final da infraestrutura.

Quando comparado ao concreto convencional, o concreto com EPS, por mais que apresente resistência inferior, ainda assim é viável dentro da construção civil, visto que é uma resistência satisfatória para as normas técnicas brasileiras. Aliado a isso, o concreto com EPS ainda tem a vantagem de ser mais leve, apresentar melhor desempenho termo-acústico e melhor relação custo-benefício.

O EPS é de fácil acesso para materiais que são muito utilizados como em telhas e lajes, mas para outras tecnologias como placas para construção de paredes ainda está muito difícil de se encontrar no Brasil, principalmente em pequenas cidades que dependem dos grandes centros para ter acesso a essas tecnologias, tornando assim muitas vezes a utilização desses métodos inviáveis, sem contar pelo déficit de mão de obra especializada. Por esses novos métodos no uso do EPS serem relativamente novos no Brasil, o treinamento da mão de obra ainda está muito difícil de ser feito, geralmente são cursos ou vídeos feitos na internet, dificultando assim o aprendizado diretamente em obra.

O maior problema em relação ao emprego do EPS nas obras, não está nos métodos de como o fazer, mas sim de quem irá realizá-lo, uma vez que foi comprovada a resistência que os profissionais têm para se utilizar tal recurso, seja por desconfiança, seja por falta de conhecimento. Isso deve mudar o quanto antes, não pensando somente em relação ao fator econômico, mas ao fator ambiental também, uma vez que o uso de EPS, pelo seu caráter inteiramente reciclável, reduz a quantidade de resíduos descartados ao final de uma obra de construção civil.



Referências

ABIQUIM (São Paulo). **O que é EPS?** 2020. Disponível em: <http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>. Acesso em: 26 maio 2021.

BARBOSA, A. A. C. D. *et al.* Lajes nervuradas com blocos em EPS - Utilização em obras da construção civil da região do sertão central no estado do Rio Grande do Norte. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**, 8., 2017, Campo Grande. Anais [...]. Campo Grande: Ibeas, 2017. p. 1-8.

BAROM, N.; FREITAS, G. S. Poliestireno expandido (EPS) utilizado na fabricação de concreto. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS PARA O MEIO AMBIENTE**, 5., 2016, Bento Gonçalves. Anais [...]. Bento Gonçalves: Ucs, 2016. p. 1-9.

BEZERRA, L. A. C. **Análise do desempenho térmico de sistema construtivo de concreto com EPS como agregado graúdo**. 2003. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

BORGES, E.; GONÇALVES JUNIOR, E. L.; ALMEIDA, I. M. F. Isopedra, suas características físicas ante ao EPS – poliestireno expandido. **Revista Científica de Ciências Aplicadas** - Faip, S.L., v. 4, n. 7, p. 66-77, mar. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Catálogo de Inovações**. 2017. Disponível em: <<https://cbic.org.br/publicacoes/>>. Acesso em: 29/06/2021.

CANTER, LARRY W. (ed), 1996. **Environmental Impact Assessment**. McGraw-Hill. New York.

CARPENTER, T. G. (ed). 2001. **Environment, Construction & Sustainable Development** - The Environmental Impact of Construction Volume 1; Volume 2 Sustainable Civil Engineering. John Wiley & Sons, Lda. West Sussex.

CARVALHO, M. A. **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**. 2019. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia Ambiental, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019.

CASTRO, L. L. *et al.* **ECOGrid - PAINEL DE ESTRUTURA ARMADA DE EPS**: tecnologias sustentáveis em sistemas construtivos convencionais. Anuário de Produções Acadêmico - Científicas dos Discentes da Faculdade Araguaia, S.L., v. 7, p. 104-111, 2018.

CATOIA, T. **Concreto Ultraleve® estrutural com pérolas de EPS**: caracterização do material e estudo de sua aplicação em lajes. 2012. 154 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

FARIA, R. F. J. **Construção com Painéis Sanduíche de Silicato de Cálcio, Cimento e EPS**. 2014. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Madeira, Madeira, 2014.

FERREIRA, S. G. **O que é construção civil?** Definição, dicas e mercado. 2019. Disponível em: <https://www.casadicas.com.br/mercado/construcao-civil-definicao-dicas-e-mercado.html>. Acesso em: 26 maio 2021.



GOULART, L. B.; S. JUNIOR, G. C.; RODRIGUES, V. F. Sistema construtivo monolítico em EPS. In: **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR**, 1., 2018, Mineiros. Anais [...]. Mineiros: Pesquisa Unifimes, 2018. p. 1-10.

ISOPOR, M. **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: 26 maio 2021.

JUNIOR, L. N. A.; NETO, C. L. A. Viabilidade da aplicação do Poliestireno Expandido na construção civil. In: **ENCONTRO REGIONAL DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL**, 4., 2017, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa: Fenec, 2017. p. 594-602.

MARTINHO, S. D. C. **Implementação de critérios da construção sustentável numa habitação unifamiliar**: análise de custos/benefícios. 2012 Trabalho de Projeto (Mestrado em Construção Sustentável) – Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior de Tecnologia. Castelo Branco, XXVI, 191 p.

PEREIRA, P. I. **Construção Sustentável**: o Desafio. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2009.

PINHEIRO, M. D. Construção Sustentável - Mito ou Realidade? In: **Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente**, 7., 2003, Lisboa.

POTT, L. M.; EICH, M. C.; ROJAS, F. C. Inovações Tecnológicas na Construção Civil. In: **Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. 22, out. 2017, 4p. Anais [...]. São Paulo – SP, 2017. p. 4

THAIS, H. L. N. **EPS**: poliestireno expandido. POLIESTIRENO EXPANDIDO. 2014. Disponível em: <https://comonuvens.wordpress.com/2014/05/22/eps-poliestireno-expandido/>. Acesso em: 26 maio 2021.

SAMPER, M. D *et al.* Reducción y caracterización del residuo de poliestireno expandido. In: **SIMPOSIO IBEROAMERICANO DE INGENIERÍA DE RESIDUO**, 1., 2008, Castellón. Anais [...]. Castellón: Redisa, 2008. p. 1-8.

SILVA, V. G - **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros**: diretrizes e base metodológica. 2003. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

