



UNICEPLAC
CENTRO UNIVERSITÁRIO

Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos - UNICEPLAC
Curso de Engenharia Civil
Trabalho de Conclusão de Curso

Sistema Construtivo Monolítico: Revisão Sistemática das
Vantagens Frente ao Sistema Construtivo Convencional de
Alvenaria

GAMA, DF
2022

**GUSTAVO SILVA DE PAULA
TIAGO FERNANDES DE ARAÚJO**

**Sistema Construtivo Monolítico: Revisão Sistemática das
Vantagens Frente ao Sistema Construtivo Convencional de
Alvenaria**

Monografia apresentada como requisito para
conclusão do curso de Engenharia Civil do
Centro Universitário do Planalto Central
Apparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientador: Prof. DSc. Maycol Moreira
Coutinho

GAMA, DF
2022

**GUSTAVO SILVA DE PAULA
TIAGO FERNANDES DE ARAÚJO**

Sistema Construtivo Monolítico: Revisão Sistemática das Vantagens Frente ao Sistema Construtivo Convencional de Alvenaria

Monografia apresentada como requisito para conclusão do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos – Uniceplac.

Orientador: Prof. DSc. Maycol Moreira Coutinho

Gama, 25 de novembro de 2022.

Banca Examinadora

Prof. DSc. Maycol Moreira Coutinho
Orientador

Prof. DSc. Sebastião Ivaldo Carneiro Portela
Examinador

Prof. MSc. Thiago Primo Sousa
Examinador

Dedicamos o presente trabalho às nossas famílias que ao longo de toda a graduação sempre estiveram do nosso lado frente às barreiras e dificuldades que surgiram ao longo de todo o processo acadêmico, visto, que os percalços foram inúmeros, e os mesmos sempre estiveram ao nosso lado nos incentivando a nunca desistir.

AGRADECIMENTOS

Gustavo Silva de Paula

Primeiramente a Deus que me deu a oportunidade, coragem e força de vontade para superar todos os desafios ao longo da graduação. A minha família por toda dedicação e empenho para que eu fizesse uma graduação, em especial ao meu pai Gilvan e minha mãe Franciane, que sempre me incentivaram e me deram forças para continuar essa longa jornada, minhas avós que sempre me ajudaram de todas as maneiras possíveis e minha esposa Annajulya que permaneceu comigo durante todo esse tempo, contribuindo diretamente nessa jornada, para que eu pudesse alcançar esse tão sonhado objetivo de ser engenheiro civil. Foram anos difíceis, houve muitos percalços, enfrentamos pandemia, mas a minha força de vontade foi muito grande para alcançar meu objetivo.

Agradeço aos professores que contribuíram diretamente e que sempre estiveram dispostos a ajudar para um melhor aprendizado durante toda a trajetória acadêmica.

Assim diz o senhor: Os teus sonhos são meus, teus problemas são meus, tua vida também é minha. Eu de ti cuidarei, nunca te deixarei, os teus sonhos, eu realizarei. Apenas tenha fé.

Tiago Fernandes de Araújo

Primeiramente venho agradecer a Deus, porque sem ele caminhado ao meu lado jamais conseguiria chegar até aqui, pois cursar engenharia e me tornar um engenheiro civil é um sonho antigo que eu tinha e que graças a Ele (Deus) no ano de 2018 começou a se tornar realidade, passando de fato a ser real nesse ano de 2022.

Em segundo lugar meu agradecimento sincero e de todo coração vai para a minha família, meu pai, Joaquim Fernandes de Araújo Filho que é um exemplo pra mim do verdadeiro significado da palavra homem, pois ele é uma pessoa íntegra, honesta e muito honrada que me fez ser a pessoa que sou hoje. Também não poderia me esquecer da

minha mãe que tanto amo, Eulália Louzada de Araújo que me carregou por longos 9 meses no seu ventre e que me fez chegar até a esse mundo. Ela é minha rainha, conselheira, amorosa sempre atenta em tudo que diz respeito a nossa família, uma verdadeira mulher de Deus, assim como meu pai que tem essa força e sabedoria que vêm Dele.

Por fim, quero agradecer também aos incansáveis professores que ao longo de toda trajetória acadêmica sempre nos incentivaram, quanto a alunos, a irmos além do que a graduação pudesse nos proporcionar. Sempre enfatizando que nós somos o agente causador do nosso próprio sucesso.

RESUMO

O sistema construtivo monolítico EPS (poliestireno expandido) vem ganhando cada vez mais espaço no mercado da construção civil, sendo mais uma técnica construtiva inovadora que surgiu nos últimos anos no Brasil com foco na sustentabilidade. O presente trabalho irá apresentar um estudo comparativo, teórico e bibliográfico do sistema construtivo EPS monolítico com o objetivo de divulgar e difundir este novo material no mercado da construção civil. Os fornecedores do sistema construtivo monolítico garantem que ele proporciona inúmeros benefícios para os projetos, como aumento de produtividade, agilidade, menor custo de execução, propriedades térmicas e acústicas superiores quando comparado à alvenaria convencional, resultando em melhores características construtivas. A pesquisa bibliográfica foi baseada em estudos descritivos e exploratórios, estabelecendo uma ligação direta entre as construções, com a triagem e seleção dos trabalhos encontrados nos repositórios de algumas universidades do Brasil. Este trabalho examinou o sistema construtivo EPS monolítico, comparando-o com o método convencional de alvenaria, destacando as principais vantagens e benefícios do sistema para a sociedade. Na base de dados de pesquisa, foram captados 43 trabalhos para estudos preliminares, onde foram excluídos 27 trabalhos por não se adequarem ao tema proposto deste estudo, resultando em 15 trabalhos selecionados para a construção da revisão de literatura. Com base nos estudos feitos, foi possível perceber muitas vantagens que o sistema construtivo em EPS pode trazer para a construção civil, podendo se destacar, agilidade e praticidade nas construções. Contudo, fica evidente que no Brasil é preciso entender um pouco mais sobre as novas tecnologias no mercado da construção civil, onde o método tradicional é muito engessado, devido ao caráter cultural conservador dos indivíduos.

Palavras-chave: Sistema construtivo monolítico; Inovação; Sustentabilidade.

ABSTRACT

The monolithic EPS (expanded polystyrene) construction system has been gaining more and more space in the civil construction market, being another innovative construction technique that has emerged in recent years in Brazil, with a focus on sustainability. The present work will present a comparative, theoretical and bibliographic study of the monolithic EPS construction system with the objective of disseminating and disseminating this new material in the civil construction market. The suppliers of the monolithic construction system guarantee that it provides numerous benefits to the projects, such as increased productivity, agility, lower execution cost, superior thermal and acoustic properties when compared to conventional masonry, resulting in better constructive characteristics. The bibliographic research was based on descriptive and exploratory studies, establishing a direct link between the constructions, with the screening and selection of works found in the repositories of some universities in Brazil. This work examined the monolithic EPS constructive system, comparing it with the conventional masonry method, highlighting the main advantages and benefits of the system for society. In the research database, 43 works were captured for preliminary studies, where 27 works were excluded because they did not fit the proposed theme of this study, resulting in 15 works selected for the construction of the literature review. Based on the studies carried out, it was possible to perceive many advantages that the EPS constructive system can bring to civil construction, being able to stand out, agility and practicality in constructions. However, it is evident that Brazil needs to understand a little more about the new technologies in the civil construction market, where the traditional method is very rigid, due to the conservative cultural character of the individuals.

Keywords: Monolithic constructive system; Innovation; Sustainability

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Abertura para instalações com soprador térmico.....	18
Figura 2 - Poliestireno Expandido.....	21
Figura 3 - Tipos de reforços de painéis	22
Figura 4 - Sistema monolítico em EPS.....	23
Figura 5 - Armazenamento dos painéis.....	24
Figura 6 - Montagem dos Painéis.....	25
Figura 7 - Sistema de alvenaria convencional.....	28
Figura 8 - Bloco cerâmico com 6 furos e 8 furos	29

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Tipos de EPS.....	20
Quadro 2 - Comparativo sistema convencional/Sistema monolítico em EPS.....	31
Quadro 3 - Etapas de seleção.....	35
Quadro 4 - Trabalho selecionados.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

EPS – Poliestireno Expandido

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

PVC – Policloreto de Polivinila

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo geral	14
1.2	Objetivos específicos.....	14
1.3	Problema	14
1.4	Hipótese	14
1.5	Justificativa.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Os principais sistemas construtivos no Brasil.....	16
2.2	Sistemas monolítico em EPS	18
2.2.1	Origem e histórico.....	21
2.2.2	Sistema ou comportamento estrutural.....	22
2.2.3	Mecanismo de transporte e armazenamento	23
2.2.4	Processos e montagem	24
2.2.5	Fator econômico	25
2.2.6	Aceitação de mercado.....	26
2.2.7	Vantagens e desvantagens do EPS.....	27
2.3	Sistema de alvenaria convencional.....	28
2.4	Mecanismo de comparação entre sistema convencional e sistema monolítico em EPS	30
3	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	35
4	RESULTADOS.....	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

O Mundo como um todo está em constante atualização e desenvolvimento tecnológico, onde a todo momento surgem inúmeras tecnologias inovadoras que visam transformar algo extremamente complexo e trabalhoso em algo simples e prático. Sendo assim a construção civil não poderia ficar de fora desse crescimento tecnológico, visto que a mesma é um dos mercados que mais crescem no quesito tecnologia, buscando a todo momento trazer metodologias e técnicas construtivas inovadoras que melhor atendam às exigências e parâmetros do mercado atual (ALVES, 2015).

O sistema construtivo monolítico vem ganhando cada vez mais espaço no mercado da construção civil e por sua vez, pode sim substituir a alvenaria convencional, porém ainda se tem muito receio nesse tipo de sistema construtivo, visto que a maioria da população nem sequer sabe do que se trata esse sistema em questão. A maior barreira atualmente é convencer o proprietário de um futuro empreendimento que o EPS tem vantagens significativas quanto ao sistema convencional de construção (alvenaria), haja visto que apesar de o EPS ter ganhado e vir ganhando cada dia mais espaço frente às construções, se tem ainda muito preconceito quanto a esse sistema de construção (GOULART; JUNIOR, 2018).

A aplicabilidade dos painéis monolíticos em edificações é ainda muito restrita. O mesmo é utilizado com maior frequência em casas, sobrados e até em piscinas. Apesar do preconceito cultural por esse sistema construtivo, o mesmo é capaz de proporcionar rapidez na execução, sustentabilidade, boa resistência, facilidade no transporte, obra mais limpa e também um excelente custo benefício. Existe ainda a vantagem no processo de montagem do sistema construtivo em EPS, visto que esse sistema não exige muita técnica por parte do profissional, pois o mesmo através de um treinamento básico por alguém da equipe que realizou um curso profissionalizante, ou até mesmo que já trabalhou executando esse tipo de serviço a muito tempo, consiga realizá-lo sem nenhum problema.

O sistema construtivo monolítico em EPS, foi criado na década de 80, advindo de um projeto Italiano que tinha o intuito na criação de uma estrutura monolítica que não desmoronasse e também que agregasse elementos de isolamento térmica. Essa invenção tecnológica foi necessária devido a região sofrer ataques de terremotos (Souza - 2009).

O sistema chega de fato no Brasil nos anos 90, quando o mesmo teve que ser submetido a análises do IPT (instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo), sendo os resultados apresentados favoráveis ao sistema construtivo (Bertoldi - 2007).

1.1 Objetivo geral

Apresentar uma revisão sistemática sobre o sistema construtivo monolítico em EPS e suas vantagens frente ao sistema construtivo de alvenaria convencional.

1.2 Objetivos específicos

- Revisão sistemática dos estudos feitos em torno do sistema monolítico em EPS;
- Apresentar o sistema construtivo em painéis monolíticos;
- Apresentar as vantagens da utilização do poliestireno expandido na construção civil;
- Apresentar a viabilidade de utilização do sistema nas construções.

1.3 Problema

Dificuldade e resistência de parte da população na adoção pelo sistema construtivo monolítico, haja visto que, por uma questão ainda muito cultural se adota na sua grande maioria obras executadas no sistema construtivo convencional de alvenaria.

1.4 Hipótese

Mostrar através de dados de pesquisa que o sistema construtivo monolítico (EPS), pode sim, substituir o sistema construtivo convencional (alvenaria), dependendo do tipo de estrutura que se deseja construir.

1.5 Justificativa

A construção civil vem ganhando muito com o surgimento de novas frentes tecnológicas. Sendo assim, empresas e construtoras estão em busca de novas alternativas tecnológicas que possam proporcionar melhor performance no processo construtivo de empreendimentos, buscando técnicas construtivas de fácil aplicação, e ao mesmo tempo que sejam economicamente viáveis.

Com o crescimento populacional de maneira acelerada se fez necessário que as empresas de construção acelerassem ainda mais seus processos construtivos, porém, sem desconsiderar a qualidade e desempenho das edificações. Por sua vez, o painel monolítico de poliestireno expandido possui inúmeras características benéficas que atende essas necessidades produtivas devido ao fator de crescimento demográfico (BALBINO, 2020).

O presente trabalho abordará de maneira significativa, as vantagens que o sistema construtivo monolítico tem frente ao sistema construtivo de alvenaria convencional, detalhando as características físicas do material, sua usabilidade, execução do serviço, obra mais limpa, custo benefício etc. Podendo mostrar com clareza que o sistema construtivo monolítico, pode sim, substituir o sistema construtivo de alvenaria convencional, a depender do tipo de estrutura que se deseja construir.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nos últimos anos o setor da construção civil, vem modernizando suas práticas, levando em conta a globalização que se encontra a atualidade, onde se preza a sustentabilidade e métodos mais eficientes de trabalho. A indústria da construção civil provoca grande impacto no meio ambiente em função da elevada quantidade de recursos que consome e dos resíduos que produz (MATEUS, 2004).

Segundo Zake Tacla (1984), o sistema construtivo é definido como o conjunto das regras práticas, ou o resultado de sua aplicação, com o uso adequado e coordenado de materiais e mão de obra se associando para a concretização de espaços previamente programados.

Uma construção só poderá ser considerada mais sustentável quando contar com uma convivência harmoniosa compreendendo os três aspectos do desenvolvimento sustentável – econômico, social e ambiental (PEREIRA, 2009).

Vários sistemas construtivos foram desenvolvidos ao longo dos anos para agilizar e economizar no processo da obra. Os painéis monolíticos de EPS, foi um dos sistemas desenvolvidos para aperfeiçoar esses novos métodos construtivos, onde as malhas de aço galvanizado asseguram a função estrutural.

2.1 Os principais sistemas construtivos no Brasil

O setor da construção civil nas últimas décadas no Brasil, tem absorvido novas tecnologias que implicam diretamente na forma de construir as edificações. Estas novas soluções construtivas criam novas oportunidades de negócios e como consequência abrem discussões, pesquisas e estudos para determinar as vantagens, bem como a aplicabilidade destas tecnologias (OSORIO, 2021). Nesse contexto, será abordado os sistemas construtivos convencionais, o Wood Frame, o Steel Frame e o sistema de pré-fabricados.

No Brasil, o sistema construtivo mais empregado é o sistema convencional, concreto armado com alvenaria de vedação, funciona como um “esqueleto” formado a partir da combinação de pilares, lajes e vigas. As paredes servem apenas como fechamento e separação de ambientes. A alvenaria é responsável pelas propriedades

de resistência à umidade e movimentos térmicos, resistência à pressão do vento, grande durabilidade comparada a outros materiais, facilidade na produção (montagem in loco), segurança para usuários e ocupantes, podendo ser utilizada em edificações, substituindo pilares e vigas de concreto (SOUZA, 2012).

Aliados à aplicação de modernas tecnologias, foram introduzidos novos sistemas construtivos industrializados no Brasil, com o conceito de baixo custo e impacto ambiental nas diversas fases do ciclo de vida da construção, tendendo à redução do tempo e otimizando o uso das matérias primas (MATEUS, 2004).

O Wood Frame para edificações é um sistema construtivo industrializado durável, estruturado em perfis de madeira reflorestada e tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhados combinados e revestidos com outros materiais. Tem a finalidade de aumentar o conforto térmico e acústico, além de proteger a edificação das intempéries e contra o fogo (MOLINA; JUNIOR, 2010).

Outro sistema de bastante destaque no Brasil é o Steel Frame. Sua estrutura é formada por perfis de aço galvanizado e seu fechamento é feito por meio de placas cimentícias, de madeira ou drywall. O Steel Frame foi introduzido no Brasil no ano de 1998, com foco no setor de construções residenciais de médio e alto padrão, padecendo ainda de aprovação do mercado consumidor (HAS; MARTINS, 2011).

O sistema pré-fabricados concreto/PVC é outro sistema que está sendo aplicado no Brasil desde 2001, com a finalidade de construir e projetar de forma industrializada edificações de até cinco pavimentos. O sistema construtivo de painéis estruturais de PVC preenchidos com concreto, é uma alternativa para moradias horizontais do segmento econômico, para a produção de paredes de até 80mm. A fundação recomendada para o sistema construtivo é o radier ou base de concreto, sendo necessário estar liso nas áreas de apoio dos painéis. As estruturas são formadas pelo próprio material concreto/PVC e fixadas através de barras de ancoragem, formando uma estrutura de reforço (CAMPOS, 2013).

Com a chegada de novas tecnologias, a construção civil caminha rumo a industrialização e a melhoria dos sistemas construtivos. Métodos tradicionais já se mostram menos produtivos e com menor qualidade quando comparados aos sistemas industrializados.

2.2 Sistemas monolítico em EPS

Esse novo método construtivo tem característica modular, onde os painéis podem ser utilizados como parede estrutural ou apenas para fechamento. Essa metodologia nos permite compor diversas técnicas eficientes para a produção industrial e trabalhar com outros processos simultâneos, reduzindo custos e até mesmo prazos de entrega da obra.

Originado na Itália pelo o Instituto Giordianos na década de 80, o sistema monolítico em Poliestireno Expandido (EPS) foi criado pela necessidade de uma solução na construção civil, por causa das regiões que ocorrem terremotos. A partir disso, foi desenvolvido um projeto com o sistema monolítico em que a estrutura não desmoronasse ao sofrer este fenômeno da natureza (ALVES, 2015).

O Sistema Monolítico é composto por painéis de poliestireno expandido e telas de aço. Nesses painéis é aplicada uma camada de argamassa ou concreto, que faz a finalização do sistema construtivo (BERTOLDI, 2007). É um sistema onde o seu desenvolvimento é mais ágil em relação ao convencional, sendo possível desenvolver uma aplicação em menos tempo e com menor complexidade inicial.

A aplicação desse sistema, é o que há de mais avançado na construção civil da Europa, onde sua aplicação alcança índices de crescimento expressivos para as economias estáveis, se tornando soluções para a construção civil moderna, preocupada com o meio ambiente e a redução de custos, além do conforto dos usuários (TECNOCELL, 2008).

Esse sistema permite que as tubulações de esgoto, elétrica e hidráulica fiquem armazenadas entre o painel de EPS e a tela metálica, facilitando as etapas de instalações. Essa abertura para as instalações nas paredes, acontece com o uso de um soprador térmico (figura 1).

Figura 1 - Abertura para instalações com soprador térmico



Fonte: Monolite, 2017.

O EPS é um plástico revolucionário, com várias aplicações nas áreas de embalagens, construção civil, agricultura, conservadoras térmicas, pranchas, chapas para artesanato, cenários, painéis frigoríficos e artigos para consumo (TECNOCELL, 2008). O material causa reduzidos danos ao meio ambiente e pode proporcionar grande economia de energia em isolamento térmico de prédios e residências, contribuindo para reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO²) e dióxido de enxofre (SO²).

A obra com esse tipo de material, nos permite garantir uma construção mais resistente, rápida e econômica. O fato de a montagem dos painéis ser bem simples, não exige uma mão de obra tão especializada como outros sistemas construtivos. A obra acontece de forma mais limpa e seca e com pouca geração de resíduos, além de haver a redução de materiais (TERMOTÉCNICA, 2019).

Os painéis de EPS são totalmente recicláveis, não proliferam cupins e fungos e são retardantes às chamas, comprovadamente um material isolante. Nos últimos anos esse material ganhou uma posição estável na construção civil, com destaque para sua facilidade de manuseio.

Um destaque importante para a consolidação do EPS no ramo da construção civil, foi o fato do material ser usado em grande escala em materiais de embalagens, porém, com um descarte de maneira incorreta, causando poluição e transtorno à sociedade (AMBROSI, 2009).

A composição do EPS é definida como um aglomerado químico composto por plástico celular, derivado do petróleo, resultante do processo de polimerização do estireno na água, que através do auxílio do pentano, elemento de caráter expansivo, transforma-se em poliestireno expandido (DE CARVALHO, 2011).

Existem diversas classes de EPS que são específicos para cada utilização de acordo com suas propriedades e devem passar por um rigoroso padrão de qualidade para que seja distribuído em mercado, no caso dos painéis monolíticos utiliza-se EPS de classe F, pois sua principal propriedade é ser retardante a chamas (BARRETO, 2017).

Quadro 1 - Tipos de EPS

Propriedades	Norma	Unidade	Tipos de EPS						
			Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
Densidade aparente nominal	NBR 11949	Kg/m ³	10	12	14	18	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	NBR 11949	Kg/m ³	9	11	13	16	20	25	30
Condutividade térmica máxima (23°C)	NBR 12094	W/mk	-	-	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Tensão por compressão com deformação de 10%	NBR 8082	KPa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência mínima à flexão	ASTM C-203	KPa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistência mínima ao cisalhamento	EM - 12090	KPa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (se material classe F)	NBR 11948	Material Retardante à chama							

Fonte: Knauf Isopor, 2018.

O quadro acima mostra algumas das principais características das placas acerca de sua utilização. Para os painéis monolíticos de concreto, se utilizam o tipo 7 que possui maior densidade aparente mínima e nominal, resistência mínima a flexão e à cisalhamento, além de menores valores de condutividade térmica (BARRETO, 2017).

2.2.1 Origem e histórico

O EPS surgiu em 1949 na Alemanha. É hoje conhecido mundialmente como uma alternativa de sistema construtivo moderno, rápido e mais barato. No Brasil, chegou em 1960 e foi registrado como EPS Isopor em 1998 pela Knauf Isopor. A sigla EPS é do inglês Expanded Polistyrene, que significa Poliestireno Expandido (figura 2). O EPS Isopor faz parte do nosso dia a dia, é usado em embalagens, na construção civil, na indústria automotiva e vários outros segmentos (METACONSTRUTORA, 2021).

Figura 2 - Poliestireno Expandido



Fonte: Mundo do isopor, 2019.

O estireno, descoberto por Eduard Simon em 1839, é uma resina proveniente da árvore-do-âmbar. Com o passar do tempo, Eduard percebeu que a resina engrossava e presumiu que isso acontecia devido a um processo de oxidação. Anos mais tarde, em 1866, o químico Marcellin Berthelot identificou que a resina ficava mais espessa não por conta da oxidação, mas sim por um processo de polimerização. Portanto, pode-se concluir que o poliestireno é um polímero resultante desse processo de polimerização do monômetro de estireno.

Atualmente a necessidade do mercado faz com que o sistema construtivo em painéis monolíticos em EPS seja altamente vantajoso, visto que o mesmo apresenta os requisitos de rapidez na execução, qualidade, sustentabilidade, competitividade,

conforto térmico e acústico, impermeabilidade, altíssima resistência e fácil transporte devido aos painéis serem leves.

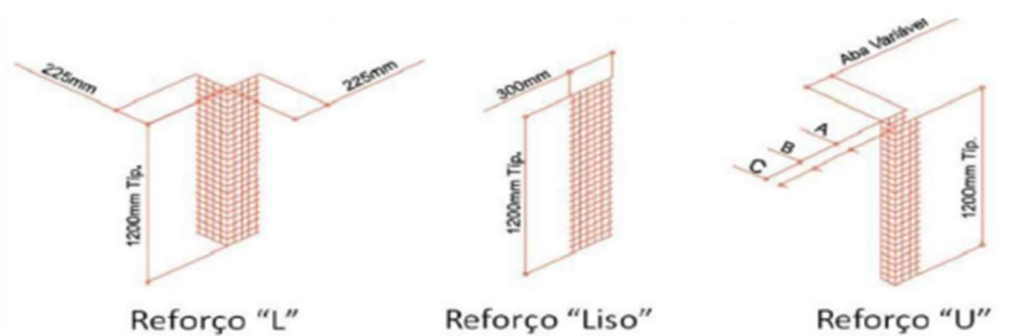
2.2.2 Sistema ou comportamento estrutural

Os sistemas convencionais de blocos de vedação, dependem da estrutura de concreto armado (vigas e pilares) para sustentar a edificação, o sistema monolítico dispensa coluna e vigas, sendo ele estrutural e utiliza somente 10% de todo o aço usado no sistema tradicional.

Segundo Fuhr (2017), o sistema monolítico em EPS pode substituir alguns elementos estruturais, que se tornam necessário no sistema convencional, logo apresenta característica de carregamento distribuído e economia nas fundações, devido à redução do peso próprio.

As malhas fixadas são produzidas com aço de alta resistência, com bitolas entre 2 mm e 10 mm, assim como espaçamento que pode variar entre 5 cm x 5 cm até 30 cm x 30 cm, dependendo da necessidade de cada projeto. Na unificação dessa estrutura em um todo, são utilizadas malhas de aço galvanizado nas formas de “L”, “U” ou “Liso” (BERTOLDI, 2007). Esse modelo de reforço de painéis (figura 3) são constituídos de arame de aço galvanizado com malha.

Figura 3 - Tipos de reforços de painéis



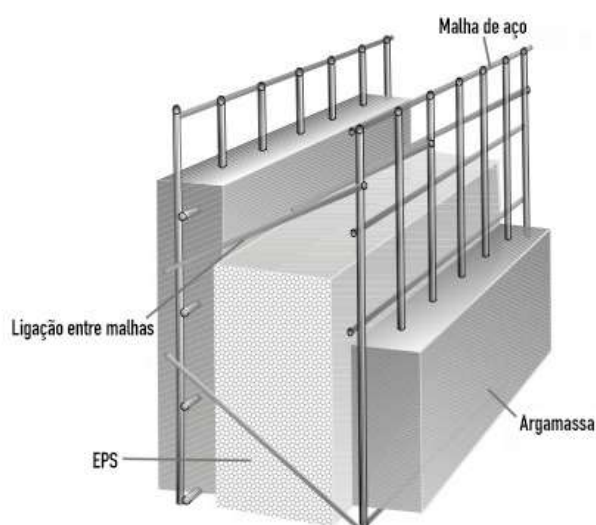
Fonte: Barreto, 2017

Segundo Camargo e Figueiredo (2019), esses elementos tem pontos específicos para serem utilizados, onde: o “L” é aplicado nos encontros perpendiculares de paredes nas faces internas e externas; o “U” é aplicado nos perímetros internos das aberturas

de janelas e portas, garantindo neutralização dos esforços de esmagamento e corte; e “Lisos” nas aberturas de vãos de janelas e portas, com dimensões de 30x60 cm e aplicados na diagonal, em ângulo de 45°.

O sistema monolítico em EPS (figura 4), conforme é mostrado na figura, é composto pelo EPS, em seguida vem a malha de aço, fazendo a separação da placa e a argamassa, permitindo que as instalações elétricas fiquem armazenadas entre o painel de EPS e a tela metálica.

Figura 4 - Sistema monolítico em EPS



Fonte: Isorecort, 2016.

Em relação a resistência das paredes em EPS, apresentam uma resistência mecânica dos painéis de altíssima capacidade estrutural, onde as malhas de aço fazem o papel de distribuir as cargas e aumentar sua resistência estrutural, trazendo confiabilidade ao sistema.

2.2.3 Mecanismo de transporte e armazenamento

Os blocos de EPS tem fácil transporte e demanda poucos cuidados na obra, sendo facilmente distribuído dentro dos caminhões e, quando permanece no canteiro por longos períodos, deve ser protegido das intempéries apenas por uma lona de plástico.

O tamanho e a densidade do material influenciam no modo como será realizado o procedimento logístico, onde a atenção deve ser redobrada quando forem transportados molduras de EPS com revestimento, devido à questão estética do produto. O formato reto dos blocos e a resistência do mesmo, dispensa proteções complexas e facilita a organização dentro dos veículos. Uma das recomendações é que o meio de transporte utilizado seja do tipo baú, sempre fechados. O armazenamento dos painéis (figura 5) é feito de forma simples, onde não implica grandes cuidados.

Figura 5 - Armazenamento dos painéis



Fonte: ALVES, 2015

O ideal é que os blocos de EPS cheguem ao canteiro o mais próximo possível do momento em que serão utilizados. É de grande importância armazenar corretamente os blocos no canteiro, em ambiente protegido da ação do sol ou chuva (ISORECORT, 2016).

2.2.4 Processos e montagem

O processo de montagem dos painéis em EPS (figura 6) tem um diferencial se comparado aos outros métodos, pois os painéis são pré-fabricados conforme o projeto, que passa por um estudo e as peças são fabricadas conforme a necessidade de cada projeto, isso traz um diferencial neste método para a obra sendo prático e ágil. Outra vantagem deste método é que a instalação das tubulações elétricas e hidráulicas são

práticas e não geram resíduos, visto que as placas são derretidas com o soprador térmico no lugar onde irão as tubulações e posteriormente a tela é grampeada novamente para a reestruturação do painel. É um material reciclável que pode contribuir amplamente com processos industriais e de construção civil sustentável.

Figura 6 - Montagem dos Painéis



Fonte: dos autores, 2022.

A montagem dos painéis é um processo rápido, pois se trata de um sistema onde as peças são pré-fabricadas para cada projeto, o trabalho maior está na parte dos travamentos com madeiras ou hastes de metal, para fazer os alinhamentos e prumo. Os painéis chegam com as medidas já determinadas pelo projeto e prontos para serem montados de acordo com a planta de paginação e montagem, evitando recortes e desperdícios no canteiro e consequentemente a diminuição de resíduos sólidos na construção (REIS, 2015).

2.2.5 Fator econômico

Os fatores econômicos do sistema monolítico em EPS são impulsionados pela possibilidade de se utilizar os recursos descartados como fonte de renda para uma população que se utiliza deste material reciclável como única fonte de arrecadação.

Segundo Murad e Siwar (2007), comunidades urbanas de baixa renda são as principais recicladoras, reutilizadoras e redutoras de seus resíduos sólidos domésticos.

O sistema de painéis monolíticos se torna mais econômico em alguns casos, sustentável, com menor quantidade de resíduos na obra, melhor isolamento acústico e térmico e bem mais rápido do que o sistema convencional.

O EPS apresenta características indispensáveis para a economia brasileira quando se fala de técnicas modernas, economia de custos e tecnologia (TEIXEIRA, 2012).

2.2.6 Aceitação de mercado

Com um mercado consagrado nos países por onde passou, o sistema vem crescendo muito no mercado brasileiro, trazendo uma nova tecnologia e uma solução inovadora, enriquecendo ainda mais o mercado da construção civil, visto que o método apresenta diversas vantagens frente ao método convencional de estruturas de concreto armado e blocos de concreto utilizado como vedação (MAZUCO; LIMA, 2018).

Tem sido cada vez mais comum, em uma sociedade moderna e globalizada os profissionais da construção civil evoluírem para acompanhar os avanços tecnológicos e as mudanças frequentes na sua área de atuação e atender o mercado com técnicas construtivas modernas. E como a evolução nunca parou as exigências por técnicas cada vez melhores são evidenciadas, e a escolha do método construtivo que melhor atende a necessidade de cada um é o fator determinante para a escolha do tipo de vedação (BERTOLDI, 2007).

Pode-se perguntar, o porquê da dificuldade de aceitação de um sistema com tantas vantagens? Isso se dá pelo fato de o setor ser preso a métodos tradicionais, onde qualquer tipo de inovação traz dúvidas em relação à qualidade e a eficiência do produto.

De certa forma existe o preconceito em relação às novas formas de construção de moradias, principalmente no interior onde tudo é longe e caro, sendo necessário o transporte de matéria-prima de outros lugares como capitais, porém, como o método tradicional já vem sendo usado há muitos anos e tem sido eficaz tendo produtos por perto, não sendo necessário buscar materiais tão distante, acaba sendo utilizado na maior parte das edificações (ALVES, 2015).

2.2.7 Vantagens e desvantagens do EPS

Como em qualquer método construtivo, existem vantagens e desvantagens em construir com EPS. Comparando as estruturas de alvenaria e poliestireno expandido, o EPS mostra-se mais econômico do que os métodos tradicionais e com um tempo de construção menor (CASA TETO, 2020).

De uma forma geral, o EPS proporciona ganhos com a mão de obra, cuidados com a saúde e medicina do trabalho por se tratar de um material leve, que não exige muito esforço físico, e ainda se reforça que é bem notável a economia no consumo de energia (SANTOS, 2014; TREVEJO, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Poliestireno Expandido (2017), o EPS apresenta algumas vantagens em suas propriedades como: baixa condutividade térmica, baixa absorção de água, leveza, resistência mecânica, fácil manuseio, versatilidade, resistência ao envelhecimento, absorção de impacto e resistência à compressão. Essas propriedades podem até ser aplicadas à engenharia de aterros para solos frágeis.

Ainda segundo a Abrapex (2017), o material pode ser definido como: durável, fácil de cortar e de melhor preenchimento de rebaixos e vazios necessários a vários processos construtivos. Em relação aos custos, dependendo do tipo de construção, podem ser reduzidos quase pela metade.

Em relação as desvantagens de construir com o EPS, podem-se citar: não recomendado para alguns estabelecimentos com maior risco de incêndio; exigência de mão de obra e manutenção especializada; barreira cultural; blindagem do sistema elétrico e dificuldade de financiamento para execução da obra, embora já exista bancos que estão aceitando o financiamento (CASA TETO, 2020).

Alguns autores defendem que as vantagens desses painéis monolíticos superam as desvantagens, pois estes agregam pontos positivos se comparados aos processos construtivos que envolvem alvenarias e vedações convencionais.

2.3 Sistema de alvenaria convencional

O sistema convencional construtivo (figura 7) é formado por pilares, vigas e lajes de concreto armado, sendo que os vãos são preenchidos com tijolos cerâmicos para vedação, e o peso da construção, neste caso, é distribuído nos pilares, vigas, lajes e fundações. Dessa forma pode-se dizer então que, o concreto armado é constituído pela associação de concreto e aço, no qual ambos os materiais apresentam características de boa aderência e coeficiente de dilatação térmica praticamente igual. Essa união advém do fato que o concreto possui baixa resistência a tração, sendo função do aço, absorver os esforços de tração e cisalhamento que atuam nos elementos de concreto (ARAÚJO; RODRIGUES E FREITAS, 2000, p. 90).

Figura 7 - Sistema de alvenaria convencional



Fonte: Fórum da construção, 2014.

Esse sistema de construção utiliza barras de aço, como armaduras, as quais são inseridas no concreto moldado “in loco”, em formas de madeira, possibilitando a obtenção de estruturas que resistam a qualquer tipo de carga (GISAH & THOMPSON, 2013). Após a construção das paredes, é preciso rasgá-las para embutir as instalações hidráulicas e elétricas.

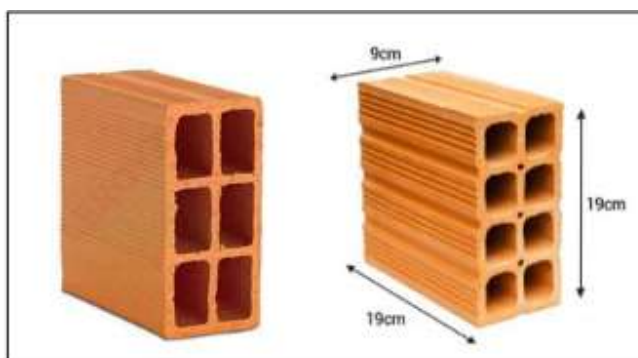
O hábito do concreto armado desencadeou no Brasil no início do século XX, patentado por empresas estrangeiras, sendo empregado primeiramente em obras de pontes e viadutos, porém, após o ano 1930 começou a alavancar e introduzir-se no

âmbito geral das edificações da construção civil, sendo assim, combinado com os blocos utilizados até então, no ano de 1940 já havia sido normatizado pela ABNT garantindo maior segurança e confiança pelo senso geral (VASCONCELOS, 1985).

A alvenaria é basicamente uma coleção de tijolos, blocos/peças sobrepostas coladas com argamassa para formar uma espécie de camada vertical. Sua principal função é resistir a cargas estruturais (peso), choques, proteção acústica e térmica, bem como espaços de vedação e outros.

Bloco é um componente da alvenaria que possui furos prismáticos e/ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contêm (NBR 8042/1992). Os blocos cerâmicos (figura 8) podem ser encontrados em diversos tamanhos.

Figura 8 - Bloco cerâmico com 6 furos e 8 furos



Fonte: Cerâmica Lideral, 2014.

O sistema construtivo em alvenaria convencional, faz uso de vários componentes e diferentes processos executivos. Tem-se o concreto, um composto homogêneo constituído por cimento, água, agregado miúdo, agregado graúdo e ar, bem como a vedação, composta por tijolos cerâmicos, argamassa e revestimento (BASTOS, 2006).

Portanto, a estrutura de concreto armado consiste em estruturas isoladas, em que têm a função de alocar e direcionar esforços a partir de elementos arquitetônicos, onde esses elementos em conjunto formam um sistema construtivo tradicional.

A alvenaria hoje é o principal elemento de vedação vertical utilizado na construção civil brasileira. A utilização da alvenaria tornou-se uma questão cultural do construtor, que muitas vezes cria um bloqueio a novas tecnologias construtivas (SIMAS, 2011).

Além da falta de interesse de alguns construtores em utilizar outros métodos como vedação vertical, a utilização da alvenaria é muito bem vista devido à facilidade de sua aplicação e a não necessidade de outros investimentos tecnológicos. (SILVA, 2016).

Segundo Ramalho e Corrêa (2003), a alvenaria convencional é um sistema tradicional, entranhado na cultura da habitação brasileira. Conseqüentemente, o método mais aplicado para a edificação de casas e prédios. Faz uso de materiais simples, como o cimento, os blocos cerâmicos para vedação e aço, mas se torna oneroso nos gastos com mão de obra e tem baixa produtividade.

Segundo Hass e Martins (2011), o sistema de alvenaria convencional é caracterizado por sua baixa produtividade, e principalmente pelo enorme desperdício de material, isso porque todas as fases da construção, são realizadas in loco, o que torna a execução do projeto mais demorada, e grande parte da mão de obra não está preparada, resultando em desperdício excessivo de materiais e retrabalho.

Segundo Alves (2015), a velocidade desse sistema se deve aos baixos níveis industriais e o uso de ferramentas de baixa tecnologia, como colheres pedreiro para o lançamento de argamassa, nivelamento de bolhas, prumos de face, entre outros materiais, que afetam a velocidade e a qualidade. Além disso, a implementação do sistema exige alta espera devido às propriedades dos materiais utilizados, com o tempo de secagem e cura, como concreto e argamassa, e suas interdependências para concluir uma etapa e iniciar outra, além do retrabalho que faz parte do sistema.

Uma das principais vantagens da alvenaria convencional é a possibilidade de flexibilizar plantas e layouts, facilitando o uso e o aproveitamento de edificações de diversas formas, com maior facilidade e menor custo. Esse fator torna as edificações mais atrativas e comerciáveis, em grande parte dos casos.

2.4 Mecanismo de comparação entre sistema convencional e sistema monolítico em EPS

A partir das pesquisas e estudos realizados foi possível a elaboração do Quadro 2, em que através do mesmo é possível se comparar o sistema convencional mediante

ao sistema monolítico EPS. E a partir dele evidenciar as características quanto a estrutura, conforto do usuário e sustentabilidade.

Quadro 2 - Comparativo sistema convencional/Sistema monolítico em EPS

CARACTERÍSTICAS	ALVENARIA CONVENCIONAL	SISTEMA MONOLITICO EPS
RESISTÊNCIA AO FOGO	Excelente. Para uma parede com bloco de 9 cm e argamassa de 6 cm de espessura, tem-se um tempo de 150 minutos	Baixa. Para uma parede com painel de 9 cm de espessura e argamassa de 6 cm tem-se um tempo de 40 minutos
RESISTÊNCIA MECÂNICA	Configura uma excelente resistência mecânica, porém inferior ao sistema em painéis EPS	Por conta de suas células fechadas, o material proporciona altíssimo poder de absorção de impactos, quedas e vibrações, caracterizando em uma elevada resistência mecânica
ISOLAMENTO ACÚSTICO	Para uma parede de 15 cm se obtém um $R_w=38$ db	Para uma parede de 14 cm se obtém um $R_w=38$ db
ISOLAMENTO TÉRMICO	Constitui-se por um bom isolamento, porém o bloco cerâmico possui capacidade resistiva inferior à do EPS. Seu coeficiente varia entre 0,9 à 1,2	Excelente, sendo essa uma de suas principais características. O EPS apresenta alta capacidade de resistir a passagem de calor devido a sua estrutura celular fechada. Seu coeficiente varia entre 0,035 à 0,042
ARMAZENAMENTO	Suas pilhas ocupam muito espaço, reduzindo o índice de mobilidade na obra	Facilitado devido ao seu caráter industrial. Pode ser empilhado na horizontal sobreposto com no máximo 20 painéis. Reduz a ocupação de espaço, gerando maior mobilidade na obra

MÃO DE OBRA	Não se faz necessária uma mão de obra especializada	Devido a simplicidade de execução não necessita mão de obra especializada, porém se faz necessário uma qualificação da mesma por meio de treinamento
RAPIDEZ DE APLICAÇÃO	Por conta de seu sistema totalmente artesanal, se caracteriza por um método bem mais lento e menos produtivo	Devido ao fácil manuseio e simplificada aplicação caracterizada pela modularidade, apresenta elevada produtividade executiva
PESO	Maior, de modo que nas mesmas dimensões que o painel com espessura de 15 cm podem chegar a 250kg/m ²	Menor, devido aos materiais que o compõem. O painel acabado com 15 cm espessura tem seu peso em torno de 120kg/m ²
PREÇO	Baixo custo unitário inicial, por conta da abundância de seus materiais e simples fabricação	Maior custo unitário inicial, porém, se levar em consideração todo o contexto envolvido o preço pode vir a ser tornar menor
ESTANQUEIDADE	Menor. Devido ao seu maior grau de porosidade o material possui maior índice de absorção de água	Maior. Devido ao baixo nível de absorção de água que o EPS apresenta. Por ser um material não higroscópico o EPS não absorve a umidade do ar. Mesmo quando submerso apresenta baixíssimos níveis de absorção
DURABILIDADE	Maior que em qualquer outro material, podendo superar 100 anos	Não são conhecidos os limites de idade do EPS, porém entende que o material tem ótima durabilidade, pois mantém invictas suas propriedades com o passar dos anos.

EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES COMPLEMENTARES	Menos eficiente, devido a necessidade de retrabalho para executar	Facilitada, devido a não necessidade de recortes das paredes
DESPERDÍCIO DE MATERIAL	Por se tratar de um conceito totalmente artesanal, onde o processo executivo é totalmente voltado para uma mão de obra quase sempre desqualificada, a um enorme índice de desperdício nesse sistema	Devido ao seu caráter modular, onde as peças já vêm prontas de acordo com as necessidades dimensionais, é possível que haja uma redução de praticamente 100% no desperdício
MERCADO	Tem-se nesse uma melhor aceitação por parte de seus usuários	Limitado, devido a fatores como desconhecimento do material quanto a suas vantagens, cultura conservadora e insegurança com o novo
SUSTENTABILIDADE	Gera grandes quantidades de entulho para posterior despejo, utiliza-se de muita água e energia desde sua fabricação até execução.	Material 100% reciclável e reaproveitável. Com seu uso diminui-se o consumo de água e energia desde a sua fabricação até sua execução e diminui a geração de resíduos para a natureza.
LIMITAÇÃO DE PAVIMENTOS	Não apresenta limitações podendo ser conferidos nas mais diversas quantidades	Nesse modelo a uma limitação de até 4 pavimentos. Sendo que para obtenção de números maiores, é necessário recorrer a estruturas auxiliares como vigas e pilares
ADERÊNCIA DO REBOCO	Sua capacidade de aderência é bem maior, por conta de uma maior porosidade que o material apresenta	Há dificuldade de adesão nesse material, por conta de sua altíssima impermeabilidade

Fonte: Trevejo, 2018.

Ao se fazer um análise sintética do comparativo acima é possível avaliar qual o método é melhor, a depender das aplicações. Como exemplo temos peso e rapidez, sendo o método construtivo monolítico em EPS o mais eficaz nesses dois sentidos. Já no que diz respeito ao mercado de trabalho há uma procura maior pelo sistema construtivo convencional, visto que ainda que o mesmo degrade mais o meio ambiente, ainda assim, a demanda por esse sistema é muito alta. Assim, o intuito do quadro acima é mostrar os dados e facilitar a tomada de decisão quanto ao sistema construtivo a ser adotado (TREVEJO, 2018).

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa bibliográfica empregada, foi criada com o intuito de mostrar e apresentar o uso de painéis monolíticos em EPS frente ao sistema de alvenaria convencional, baseada em estudos descritivos e exploratório, com métodos construtivos para maior compreensão dos sistemas, estabelecendo uma ligação direta entre os assuntos para a comparação de ambos.

A pesquisa foi fundamentada em livros, artigos, TCC, dissertações, teses, normas, entre outros. Com base nisso, foi possível estudar e demonstrar a aplicabilidade do sistema com as inúmeras vantagens citadas anteriormente, e seu funcionamento e comportamento característicos de cada um. A fim de melhorar a pesquisa, foram usados os termos de *construções de casas em painéis monolíticos em EPS, tecnologia das construções, sistema monolítico e sustentabilidade na construção civil*. Foram utilizados somente trabalhos escritos em português, publicados entre os anos de 2000 a 2020.

Para melhor desenvolvimento da pesquisa, ela foi dividida em duas partes. A primeira se deu a partir da triagem de títulos e resumos, onde foram excluídos os trabalhos que não se enquadravam no tema proposto. Na segunda e última parte, após as triagens e seleções dos trabalhos, eles foram lidos integralmente para o desenvolvimento do mesmo. Foram selecionados 15 trabalhos para a construção da revisão de literatura do tema proposto. Conforme o Quadro 3, a seleção foi dividida em duas etapas, tendo como base de pesquisa o repositório de algumas universidades do Brasil para a captação dos trabalhos.

Quadro 3 – Etapas de seleção

ETAPAS DE SELEÇÃO PARA REVISÃO DE LITERATURA				
BASE	TRABALHOS CAPTADOS	1º ETAPA: EXCLUSÃO POR TÍTULO E RESUMO	2º ETAPA: LEITURA NA ÍNTEGRA	TRABALHOS SELECIONADOS
REPOSITORIO UCB	3	2	1	1

REPOSITORIO UTFPR	3	2	1	1
RESEARCHGATE	2	1	1	1
REPOSITORIO UFRN	4	2	2	2
REPOSITORIO UFSC	2	1	1	1
REPOSITORIO UFGD	2	1	1	1
REPOSITORIO ITA	3	2	1	1
REPOSITORIO UNICESUMAR	5	2	3	2
REPOSITORIO UNISINOS	3	2	1	1
REPOSITORIO UNIVERSIDADE DO MINHO	1	0	1	1
REPOSITORIO ÂNIMA	4	3	1	1
REPOSITORIO USF	2	1	1	1
REPOSITORIO UNB	1	1	0	0
REPOSITORIO UNICEPLAC	1	1	0	0
REPOSITORIO MA	2	2	0	0
REPOSITORIO UFPI	2	2	0	0
REPOSITORIO UFRJ	3	2	1	1
TOTAL	43	27	16	15

Fonte: dos autores, 2022.

No decorrer do estudo, foi verificado o quão o tema de painéis monolíticos em EPS é escasso de materiais de pesquisas. No entanto, com o conhecimento prévio dos

formandos, foi possível desenvolver e pesquisar materiais suficientes para o desenvolvimento da pesquisa.

4 RESULTADOS

Na base de dados de pesquisa, foram captados 43 trabalhos para estudos preliminares, onde na primeira etapa foram excluídos 27 trabalhos por não se adequarem ao tema proposto deste estudo. Nas pesquisas que foram excluídas, eram encontrados temas que exploravam sistemas construtivos inovadores no mercado como Wood Frame e Steel Frame, frequentemente utilizados nas construções. Na segunda etapa, foram utilizados os trabalhos que melhor se referia ao tema proposto do trabalho desenvolvido, com a proposta de mostrar as vantagens e o funcionamento do sistema monolítico em EPS, frente ao sistema construtivo convencional de alvenaria.

Após a leitura na íntegra dos trabalhos selecionados, foi excluído um trabalho pelo motivo de não abordar completamente o estudo proposto. Entre os trabalhos selecionados para embasamento da revisão, foram encontradas as informações necessárias para execução de um sistema monolítico em EPS, bem como suas vantagens e desvantagens. Assim, os dados dos trabalhos selecionados foram organizados no Quadro 4 a seguir.

Quadro 4 – Trabalhos selecionados

TRABALHOS CAPTADOS PARA REVISÃO DE LITERATURA			
TÍTULO DO TRABALHO	AUTORES	ANO	PAÍS
ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE SISTEMA CONSTRUTIVO DE CONCRETO COM EPS COMO AGREGADO GRAÚDO	BEZERRA, L. A. C	2003	BRASIL
Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção	MATEUS, R.	2004	BRASIL
Caracterização do sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno e telas de aço: dois estudos de casos em Florianópolis	BERTOLDI, Renato Hercílio	2007	BRASIL
Análise da cadeia de suprimentos de EPS na construção civil-alvenaria de painéis com placas de isopor.	BANOW, M. C.; LOVATTO, C. G.; TEIXEIRA, O. S.	2012	BRASIL
Análise de métodos construtivos inovadores na construção de habitações de interesse social em São José dos Campos	CAMPOS, J. S	2013	BRASIL

Sistema Monolítico e Alvenaria de Blocos Cerâmicos – Estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações	SANTOS, Ruan Faria Carvalhosa dos	2014	BRASIL
Sistema construtivo em painéis de EPS	ALVES, João Paulo de Oliveira	2015	BRASIL
Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas Steel Frame e Wood Frame	ALVES, Letícia Pereira	2015	BRASIL
Painel Monolítico em EPS, Poliestireno Expandido	REIS. C	2015	BRASIL
Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido	Barreto, M. N.	2017	BRASIL
Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais com painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmica.	FÜHR, A.G	2017	BRASIL
Análise Comparativa entre Sistemas Construtivos Convencional e Monolítico em Painéis EPS para Residenciais Unifamiliares	TREVEJO, Hiago Henrique	2018	BRASIL
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDES DE EPS	ELIBIO, B. A.	2019	BRASIL
Análise de viabilidade de implementação da vedação com painéis monolíticos de eps como substituto à alvenaria convencional na cidade de Dourados – MS	CAMARGO, Gustavo Masselli; FIGUEIREDO, Felipe Bittencourt	2019	BRASIL
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS MONOLÍTICOS EM PAINÉIS EPS E SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL PARA RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES	CORREA, I. C	2020	BRASIL

Fonte: dos autores, 2022.

Com base nos trabalhos selecionados, foi possível observar como funciona o método de painéis monolíticos em EPS, e também a comparação com o método de alvenaria convencional, usado com muito mais frequência nas construções atuais.

A ideia do estudo é difundir o conhecimento do sistema, com o objetivo de melhorar o gerenciamento de obras e mostrar como essa nova tecnologia de construção em painéis monolíticos funciona. O conhecimento repassado pode auxiliar em escolhas

sobre o melhor método de construção a ser aplicados em determinados tipos de construções, levando em considerações as vantagens físicas e financeiras de cada um dos sistemas. As inovações, a rapidez, e um tipo de construção mais sustentável e preocupada com o meio ambiente, pode ser um fator preponderante para definir a implantação de um sistema como os de painéis monolíticos em EPS nas habitações atuais.

Em relação à pesquisa de Bezerra (2003), ele destaca os esforços dos pesquisadores de trazer conhecimento sobre essas novas tecnologias, com o objetivo de promover o desenvolvimento das cidades de uma forma menos agressiva ao meio ambiente, destacando o uso do poliestireno expandido (EPS) na composição com blocos de concreto. Com foco nas novas tecnologias com vista à sustentabilidade da construção, Mateus (2004) faz um estudo de soluções construtivas com integrações técnicas, funcionais e economicamente viáveis com o intuito de ser implementadas na indústria da construção nacional.

O trabalho desenvolvido por Bertoldi (2007), busca caracterizar a aplicação do sistema monolítico em EPS na região sul do Brasil, atendendo as exigências climáticas e estruturais de cada região, aplicados de forma distinta em duas obras diferentes. Através desse estudo de caso, foi possível observar uma evolução tecnológica dos processos de fabricação dos painéis, aumentando a qualidade dos ambientes construídos. A pesquisa desenvolvida com análise da cadeia de suprimentos de EPS na construção civil, mostrou o processo produtivo e apresentou os aspectos positivos do emprego deste material no fechamento de alvenaria na construção civil.

Santos (2014), compara os tipos de vedações internas, com foco em desenvolvimento de projetos imobiliários mais modernos e de construção rápida. Com destaque ao estudo de viabilidade dos sistemas propostos, abordando as etapas construtivas dos empreendimentos estudados.

Alves (2015), relata que existe ainda muito preconceito e dificuldades das pessoas em aceitarem novos métodos construtivos, ainda mais por morarem longe dessas tecnologias inovadoras, acabando optando pelo método convencional em suas construções. Ele ressalta também que o método de construção tradicional com blocos

de alvenaria é utilizado por centena de anos e para que o mesmo possa ser substituído por outro sistema se faz necessário que a matéria prima seja de mais fácil acesso.

O trabalho elaborado por Alves (2015), traz um comparativo de custo benefício entres três métodos construtivos: Sistema construtivo em alvenaria, sistemas steel frame e wood frame, buscando identificar quais dos três o mais vantajoso nos quesitos: custos, velocidade de construção e qualidade. O mesmo na comparação dos três processos construtivos verificou que os sistemas construtivos industrializados tanto steel frame, quanto wood são tecnologicamente, socialmente e economicamente mais viáveis do que o de Alvenaria convencional.

Reis (2015), ressalta a importância que a revolução tecnológica tem de fato e que se faz necessário se estar atento as tecnologias que colaboram para processos de trabalhos mais vantajosos tanto em tecnologia, velocidade, mão de obra qualificada e de fácil acesso, e melhor, economicamente mais viável do que o sistema construtivo convencional que vem se arrastando a séculos.

Na monografia elaborada por Barreto (2017), o mesmo trás validações e mostra através de resultados (construção de residência unifamiliar) que o método construtivo em painel monolítico de poliestireno expandido é uma opção tecnológica que mostrou ser bem vantajosa ao longo de todo o processo construtivo. O autor salientou também que quando definida sua utilização em projeto sendo arquitetônico ou complementar, deve-se respeitar as dimensões, características e propriedades dos matérias não sendo admitido futuras adaptações. Já Fuhr (2017), em sua pós-graduação visa descrever uma análise demonstrativa visando identificar as diferenças quantitativas de custos entre os painéis em EPS com função de vedação nas verticais frente ao sistema convencional de alvenaria, e o mesmo visa de maneira significativa demonstrar e ficou comprovado que os painéis em EPS são altamente vantajosos, tanto em tempo de execução, menor quantidade de uso de concreto e aço, ou seja, uma obra economicamente mais viável e ambientalmente mais limpa, pois o uso do EPS possibilita que a obra além de acelerar o processo construtivo ainda contribui na questão do meio ambiente.

Trejejo (2018), salienta que ouve clara superioridade do uso dos painéis em EPS quando comparado ao uso do sistema convencional de alvenaria. Tanto em prazos

reduzidos, condições ambientais, e também uma obra mais limpa, organizada e custo final mais enxuto.

Elíbio (2019), vêm trazer contribuição através de seu trabalho acadêmico fazendo um comparativo de sistemas construtivos de alvenaria estrutural e paredes em EPS, visando demonstrar através desempenho estrutural técnico e econômico que o as paredes em EPS se mostra como uma excelente alternativa na substituição das paredes e alvenaria estrutural.

Para Camargo e Figueiredo (2019), embora o sistema construtivo em EPS demonstrasse vantagens significativas em tempo de execução e também em questões ambientais, o mesmo se mostrou mais caro frente ao sistema convencional de alvenaria convencional, sendo pouco indicado pelos profissionais da construção.

Por fim, Correa (2020) visando apresentar através de seu trabalho acadêmico de conclusão de curso (TCC) e em busca de novas alternativas de metodologias tecnológicas construtivas capazes de substituir as já encontradas nos mercado atual, faz um comparativo entre o sistema monolítico em painéis EPS e o sistema construtivo convencional, e o mesmo chega a conclusão em seus estudos e análises realizadas que o sistema de painéis monolíticos trás significativos resultados positivos, quanto há: sustentabilidade, agilidade, logística, economia, conforto ao cliente, dentre outros benefícios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a pesquisa desenvolvida, foi possível descrever o sistema monolítico em EPS, baseado em uma construção rápida e com métodos construtivos eficientes. As demandas nas construções são muitas, e o surgimento de sistemas construtivos inovadores se torna inevitável, onde os profissionais da área acabam buscando métodos que possam agregar qualidade e eficiência. Pode-se perceber que o EPS atende os requisitos necessários para a substituição do método convencional em alguns tipos de construções e assim agregar métodos sustentáveis que visam melhorar o futuro das novas gerações.

Com base nos estudos feitos, foi possível perceber muitas vantagens que o sistema construtivo em EPS pode trazer para a construção civil, podendo se destacar, agilidade e praticidade nas construções. É importante salientar também suas desvantagens, uma delas é em relação às placas de EPS que são fornecidas no Brasil, muito diferente das que são fornecidas no mercado estrangeiro, onde a qualidade das placas é melhor para os tipos de construções que são aplicadas. Uma outra desvantagem é o aumento dos insumos nos últimos anos no mercado da construção civil, o que acaba afetando diretamente o preço dos materiais utilizados nas construções de painéis monolíticos em EPS. Com isso, não foi possível concluir se a construção com painéis é mais cara em relação a construção convencional.

A revisão sistemática foi baseada nas pesquisas feitas sobre a utilização do sistema monolítico em EPS no Brasil, com o objetivo de nortear o desenvolvimento de futuros projetos, com a indicação de novos rumos e métodos para futuras construções. No desenvolvimento da pesquisa, percebe-se poucos trabalhos desenvolvidos no Brasil sobre o tema de EPS, gerando um pouco de dificuldade de informações sobre o mesmo.

Contudo, fica evidente que o Brasil precisa procurar entender mais sobre as novas tecnologias no mercado da construção civil, onde muitas das vezes é considerado um país engessado nos métodos tradicionais e com certo receio de inovar em métodos industrializados, devido ao caráter cultural conservador dos indivíduos, além da necessidade de mão de obra especializada por parte dos trabalhadores e, em alguns casos, os valores envolvidos nas construções que envolvem esse material.

REFERÊNCIAS

ABRAPEX. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **O EPS na Construção Civil: Características do poliestireno expandido para utilização em edificações**. São Paulo, set. 2017.

ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema construtivo em painéis de EPS**. 2015. <<https://repositorio.ucb.br/jspui/bitstream/123456789/8028/1/Jo%C3%A3oPauloDeOliveiraAlvesTCCGRADUACAO2015.pdf>>. Acesso 12 de abril 2022.

ALVES, Letícia Pereira. **Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas Steel Frame e Wood Frame**. Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - Edição nº 10 Vol. 01/ 2015 dezembro/2015.

AMBROSI, T. V. **Logística reversa de embalagens de isopor**. 2009, 18 f. Orientador: Luís Felipe Machado do Nascimento. Dissertação (Especialização em gestão de operações) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Administração, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/24677>> Acesso em: 5 março 2022.

ARAÚJO, Rodrigues Freitas. **Apostila de Concreto Armado**. UFFRJ, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8042: Bloco cerâmico para alvenaria – Formas e Dimensões**. Rio de Janeiro, 1992.

BALBINO, M. D. S. **SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS: UMA SOLUÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES NO BRASIL**. p. 107, 2020.

BANOW, M. C.; LOVATTO, C. G.; TEIXEIRA, O. S. **Análise da cadeia de suprimentos de EPS na construção civil-alvenaria de painéis com placas de isopor**. 2012. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/0882.pdf>>. acesso 25 abril 2022.

Barreto, M. N. (2017). **Casa EPS: edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido**. Monografia (graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Curso de Arquitetura e Urbanismo. Natal, RN.

BASTOS, Paulo Sérgio Santos. **Fundamentos do Concreto Armado**. Bauru: UNESP, 2006. 98 p. Notas de Aula (Doutor) – Faculdade de Engenharia, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, 2006.

Bertoldi - 2007 - **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO TECN.pdf.**, [s.d.]. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89757/241196.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BERTOLDI, Renato Hercílio. **Caracterização do sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno e telas de aço: dois estudos de casos em Florianópolis**. 144 Dissertações (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

BEZERRA, L. A. C. **ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE SISTEMA CONSTRUTIVO DE CONCRETO COM EPS COMO AGREGADO GRAÚDO**. p. 64, [s.d.].

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

CAMPOS, J. S. **Análise de métodos construtivos inovadores na construção de habitações de interesse social em São José dos Campos**. 2013. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil-aeronáutica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2013.

CASA TETO. **Vantagens e desvantagens de construir com EPS**, 12 nov. 2020. Disponível em: <<https://casateto.com.br/vantagens-e-desvantagens-de-construir-com-eps/>>. Acesso em: 11 abril 2022.

CORREA, I. C. **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS MONOLÍTICOS EM PAINÉIS EPS E SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL PARA RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES**. p. 52, 2020.

DE CARVALHO, Ernani Pinheiro. **Uso do Persulfato de amônio para estabilização da polimerização em suspensão do estireno**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ELIBIO, B. A. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS: ALVENARIA ESTRUTURAL E PAREDES DE EPS**. p. 100, 2019.

FÜHR, A.G 2017; **Análise estrutural e de custos de estruturas de concreto armado com vedações verticais com painéis monolíticos em EPS e com blocos cerâmica**. São Leopoldo, julho de 2017. Acesso em 09 de abril de 2022.

GISAH, A. P.; THOMPSON, R. V. **Comparativo de Custos de Sistemas Construtivos, Alvenaria Estrutura e Estrutura em Concreto Armado no caso do Empreendimento Piazza Maggiore**. Curitiba, PR. 2011. Universidade Federal do Paraná.

GOULART, L. B.; JUNIOR, G. C. S. **SISTEMA CONSTRUTIVO MONOLÍTICO EM EPS**. Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar, 11 dez. 2018. Acesso em 15 de Agosto de 2022.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do sistema construtivo Steel Frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Departamento de Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: Acesso em: 25 março 2022.

Henrique Marques Fernandes, **O que é um sistema/aplicação Monolito/Monolítica?** 9 jul. 2020. Disponível em: <<https://marquesfernandes.com/tecnologia/o-que-e-um-sistema-aplicacao-monolito-monolitica/>>. Acesso em: 31 mar. 2022.

ISORECORT, 2016; **Construção com EPS**; Disponível em: <www.construcaocomeps.com.br/painéis-autoportantes-com-eps/>. Acesso em 30 abril 2022.

MATEUS, R. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção**. 2004. 271 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga, 2004. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/817>>. Acesso em: 19 abril 2022.

META CONSTRUTORA. **A origem do EPS**; 2021 Disponível em: <<https://metaconstrutoraeps.com.br/post-2/>> Acesso em: 30 de março 2022.

MOLINA, J. C.; JUNIOR, C. C. **Sistema construtivo em Wood Frame para casas de madeira**. São Paulo, SP. 2010. Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, 2010.

MONOLITE, 2013; **Sistema Construtivo**; Disponível em www.monolite.com.br/. Acesso em: 28 de abril de 2022.

MUNDO ISOPOR®. **Poliestireno Expandido: Características e Aplicações**. 2019. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/poliestireno-expandido-o-que-e-e-quais-sao-as-aplicacoes-desse-material>. Acesso em: 03 abr. 2022.

Murad, Md & Chamhuri, Siwar. (2007). **Waste management and recycling practices of the urban poor: a case study in Kuala Lumpur city Malaysia**. Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA. Acesso em: 14 de abril 2022.

OSORIO, H. **Conheça os principais sistemas construtivos utilizados no Brasil**. Disponível em: <<https://revista.construfy.com.br/conheca-os-principais-sistemas-construtivos-utilizados-no-brasil/>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

PEREIRA, P. I. **Construção sustentável: o desafio**. Porto, 2009. Monografia (Licenciatura em Engenharia Civil) – Universidade Fernando Pessoa. Disponível em: <http://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/2674/3/T_13485.pdf>. Acesso em: 30 abril 2022.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2003.

REIS, C, 2015; **Painel Monolítico em EPS, Poliestireno Expandido**; Disponível: <www.guiadaobra.net/painel-monolitico-eps-poliestireno-expandido-718/> Acesso em 05 de maio 2022.

SANTOS, Ruan Faria Carvalhosa dos. **Sistema Monolítico e Alvenaria de Blocos Cerâmicos – Estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações**. (Monografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014, 84p. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011771.pdf>. Acesso em: 7 março 2022.

SILVA, E. D. **Comparativo de custo e desempenho entre o sistema de vedação convencional e o fechamento em drywall**. 58 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

SIMAS, R. E. **Estudo da Racionalização da Alvenaria Para Construção de Habitações**. Universidade do Vale do Itajaí, Monografia (Engenharia Civil), Itajaí, 2011. TÉCHNE. Sistema de gestão e coordenação de projetos. Mensal. Edição n. 110. São Paulo: PINI, maio, 2016.

Sistema construtivo de EPS garante obras rápidas e resistentes. Disponível em: <<https://www.aecweb.com.br/empresa/termotecnica-ltda/9688/conteudo/sistema-construtivo-de-eps-garante-obras-rapidas-e-resistentes/11563>>. Acesso em: 30 mar. 2022.

Souza - 2009 - **Análise comparativa de custos de alternativas tecn.html**. [s.d.]. Disponível em: <<http://tede2.unicap.br:8080/handle/tede/895#preview-link0>>. Acesso em: 23 mar. 2022

SOUZA, L. G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame**. Revista Especialize, ed. 4, Florianópolis: Instituto de Pós-graduação IPOG, 2012. Disponível em: <<http://www.ipog.edu.br/nao-aluno/revista-ipog/artigos/edicao-n-4-2012>>. Acesso em: 01 maio 2022.

TACLA, Zake. **O Livro da Arte de Construir**. São Paulo: Unipress Ed, 1984.

TECNOCELL. **Tecnologia em EPS**; 2008. Disponível em: <<http://www.tecnocell.com.br/eps.php?epsID=1>>. Acesso em 03 de março de 2022.

TERMOTÉCNICA. **EPS – Poliestireno Expandido**; 2019. Disponível em: <https://www.termotecnica.ind.br/eps-poliestireno-expandido/>. Acesso em 15 de março de 2022.

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.

VASCONCELOS, A. C. de. **O concreto no Brasil: recordes, realizações, história.**
São Paulo: Copiare, 1985.