



**PEDRO FILIPE
FERNANDES DE BRITO
LUCAS BERNARDES DE
BRITO AZEVEDO**

**COMPARAÇÃO ENTRE A UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS
MONOLÍTICOS EM EPS E ALVENARIA
CONVENCIONAL**

**LAVRAS – MG
2023**

**COMPARAÇÃO ENTRE A UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS MONOLÍTICOS
EM EPS E ALVENARIA CONVENCIONAL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Andrea Aparecida Ribeiro Corrêa
Orientadora

**LAVRAS – MG
2023**

**PEDRO FILIPE FERNANDES DE BRITO
LUCAS BERNARDES DE BRITO AZEVEDO**

**COMPARAÇÃO ENTRE A UTILIZAÇÃO DE PAINÉIS MONOLÍTICOS EM EPS E
ALVENARIA CONVENCIONAL**

**COMPARISON BETWEEN THE USE OF MONOLITHIC PANELS IN EPS AND
CONVENTIONAL MASONRY**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 09 de março de 2023



Prof.ª Andrea Aparecida Ribeiro Corrêa - UFLA

Prof.ª Andrea Aparecida Ribeiro Correa
Orientadora

Prof. Dr. Paulo Roberto Borges
Departamento de Engenharia – DEG

Daniella Dutra Carneiro
Mestranda

LAVRAS – MG
2023

RESUMO

O presente trabalho propõe a elaboração de análise comparativa entre a utilização dos painéis monolíticos em EPS, até então pouco explorados na construção civil, com a alvenaria convencional de alvenaria cerâmica e concreto armado, onde serão avaliados os parâmetros de custo, tempo, necessidade de mão-de-obra especializada, necessidade de equipamentos especiais, além da disponibilidade dos materiais. A principal motivação para a realização desse estudo é a crescente demanda por métodos construtivos que otimizem o tempo de execução, os custos de obra, e principalmente a redução dos impactos ambientais causados pela construção civil, já que na execução convencional são gerados grandes impactos. Tendo isso em vista o painel monolítico em EPS surge como uma boa opção, já que o mesmo é um material 100% reciclável, além do que, por ser um material muito leve, possui fácil execução tanto no transporte, como no molde e manuseio, e até mesmo no caso de reformas, também é relevante mencionar suas qualidades quanto ao conforto térmico e acústico. Também ao comparar os sistemas EPS com o sistema tradicional de alvenaria, verificou-se que os custos não foram consideravelmente discrepantes, sendo que o custo final da mesma obra em alvenaria teve um custo calculado menor que o EPS em 5%. No método EPS, mesmo sendo necessária uma mão de obra um pouco mais especializada para a sua execução, o custo dessa etapa foi 5% mais baixo que no método convencional, com total de R\$34.304,58. Sendo que o custo total da obra foi de R\$144.425,50. No sistema tradicional de alvenaria, o custo de mão de obra calculada foi de R\$52.245,00. Já o custo total apurado no sistema de alvenaria teve um total de R\$ 136.209,34. Conforme observações in loco, a diferença de custo de mão de obra se deu em função do menor tempo de obra, e alta produtividade decorrente da utilização do sistema EPS, tendo assim, maior custo benefício.

Palavras-chaves: Sistema Construtivo; Pré-moldagem; Custos/benefício.

ABSTRACT

The present work proposes the elaboration of a comparison between the use of monolithic panels in EPS, until then little explored in civil construction, with the conventional masonry of brick and mortar, where the parameters of cost, time, need for labor will be evaluated. - specialized work, need for special equipment, in addition to the availability of materials. The main motivation for carrying out this study is the growing demand for construction methods that optimize execution time, construction costs, and especially the reduction of environmental impacts caused by civil construction, since large impacts are generated in conventional execution. With this in mind, the monolithic EPS panel appears as a good option, since it is a 100% recyclable material, in addition to being a very light material, it is easy to perform both in transport, as well as in the mold and handling, and even in the case of renovations, it is also relevant to mention its qualities in terms of thermal and acoustic comfort. When comparing the EPS systems with the traditional masonry system, it was verified that the costs were not considerably discrepant, and the final cost of the same masonry work had a calculated cost lower than the EPS (5%). In the EPS method, even though a slightly more specialized workforce is required for its execution, the cost of this step was lower than in the conventional method, with a total of R\$34,304.58. The total cost of the work was R\$144,425.50. In the traditional masonry system, the calculated labor cost was R\$52,245.00. The total cost determined in the masonry system had a total of R\$ 136,209.34. According to on-site observations, the difference in labor costs was due to the shorter work time and the high productivity resulting from the use of the EPS system.

Keywords: Constructive System; Pre-molding; Costs/benefit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura de convencional de alvenaria.....	14
Figuras 2a, 2b, 2c - Modulo standart; modulo lintel; modulo meia altura.....	19
Figuras 3a, 3b, 3c - Modulo borda de piso; modulo de canto; end module.....	19
Figura 4 - Ilustração de um painel monolítico em EPS.....	20
Figura 5 – Fundação.....	21
Figura 6 – Paredes	22
Figura 7 – Aberturas.....	23
Figura 8 – Instalação elétrica.....	24
Figura 9 – Instalação Hidráulica.....	24
Figura 10 – Projeto de uma residência construída.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mão de Obra EPS.....	33
Tabela 2 –Resumo de custos. EPS.....	34
Tabela 3 – Orçamento Geral EPS.....	36
Tabela 4 – Mão de Obra Alvenaria	41
Tabela 5 –Resumo de custos. Alvenaria.....	41
Tabela 6 – Orçamento geral alvenaria.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tipos de EPS.....	18
Quadro 2 – Comparativo entre os sistemas EPS e a alvenaria tradicional.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Alvenaria	13
2.2 Sistema Monolítico	16
2.2.1EPS.....	17
2.3 Composição de custos e tempo de execução	27
3 METODOLOGIA.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERENCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

O sistema construtivo convencional no Brasil, o qual é definido pelo uso de alvenaria cerâmica e concreto armado, é caracterizado pela alta produção de resíduos e, por conseguinte, por apresentar grande impacto ambiental. Diante disso, evidencia-se uma busca por sistemas construtivos com menor produção de resíduos, devido à preocupação com o meio ambiente, somados aos incentivos político-econômicos às empresas de construção civil (FÜHR, 2017).

Dentre os sistemas construtivos que apresentam menor impacto ambiental, destaca-se o Light Steel Framing (estruturas de aço), o Wood Framing (estruturas de madeira) e os Painéis Monolíticos de EPS (Poliestireno Expandido, popularmente conhecido por Isopor®), uma vez que todos esses possuem baixa produção de resíduos aliadas à grande capacidade de reciclagem das suas sobras de materiais, além de atender as exigências de qualidade (LIMA, 2014).

O Monolithic Insulated Concrete System (MICS) é um sistema de fôrma para concreto armado feito com um isolamento térmico rígido que permanece no lugar como um substrato interno e externo permanente para paredes, pisos e telhados. O sistema de concreto isolado monolítico (MICS) resulta em paredes de concreto moldadas no local que são colocadas entre duas camadas de módulos, ou seja, poliestireno expansível (EPS) separados por tirantes de plástico rígido. Os módulos são unidades modulares interligadas que são empilhadas a seco (sem argamassa) e preenchidas com concreto uma vez colocadas. As unidades se encaixam e criam uma forma para as paredes estruturais ou pisos de um edifício. Quando pronta, a parede suporta as cargas estruturais de pisos e telhados, e a cofragem fornece isolamento térmico. O aço de reforço deve ser conforme exigido pelo projeto. As superfícies superior e inferior dos módulos de poliestireno são acasteladas e as superfícies de encaixe vertical são macho e fêmea para formar um ajuste apertado quando unidas. As superfícies internas têm ranhuras cônicas que correm verticalmente e têm deslocamento em faces opostas para garantir uma espessura de concreto uniforme. Eles também formam bloqueios para batentes finais. As superfícies externas são ranhuradas verticalmente para auxiliar no corte e aparamento (ARAÚJO; PEREIRA; PINHEIRO, 2022).

Além dos fatores ambientais, existe também o fato de que a alvenaria convencional em alvenaria cerâmica e concreto armado possui um alto peso próprio, enquanto os painéis monolíticos em EPS são consideravelmente 40% mais leves, gerando economia desde o dimensionamento dos elementos de fundação, até a execução dos mesmos. Em um país onde

a escassez e desqualificação da mão de obra está presente, essa tecnologia surge como uma boa alternativa para superar tais desafios.

Esse novo método construtivo está ganhando cada vez mais espaço no mercado da construção, com qualidades vantajosas sobre o método de alvenaria convencional e trazendo grandes resultados em relação à sustentabilidade. Um dos grandes problemas da construção civil é a geração de resíduos, e como tais resíduos podem ser reutilizados, portanto, é nesse aspecto que o monolítico ganha ao ser comparado com a alvenaria, pois é uma construção muito mais limpa, ágil e possui baixo custo de execução (BERTOLDI, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo geral verificar quais os benefícios que as construções realizadas pelo uso de Painéis Monolíticos de EPS (Poliestireno Expandido, popularmente conhecido por Isopor®), oferecem em relação ao método tradicional de alvenaria?

Para tanto foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos: (I) Conhecer sobre o método Painéis Monolíticos de EPS (Poliestireno Expandido, popularmente conhecido por Isopor®); (II) Verificar quais os benefícios da utilização deste método em construções; (III) Discorrer sobre os benefícios sob a perspectiva da sustentabilidade e da diminuição de custos em obras.

O estudo mostra-se importante para que aconteça uma maior divulgação de novas formas de construção, é essencial que pesquisas sobre materiais construtivos como o método Painéis Monolíticos de EPS (Poliestireno Expandido, popularmente conhecido por Isopor®) sejam divulgados. Este estudo ainda se mostrou importante diante da necessidade cada vez maior de tornar as construções civis mais sustentáveis e econômicas

O presente foi dividido em cinco capítulos.

No primeiro capítulo, a introdução, com a apresentação do problema de pesquisa, objetivos e justificativa.

O segundo capítulo, o referencial teórico que foi desenvolvido foi composto pelos seguintes temas: histórico – alvenaria de vedação; histórico Painéis Monolíticos de EPS; as características Painéis Monolíticos de EPS; vantagens e desvantagens do método de alvenaria e do método Painéis Monolíticos de EPS.

O terceiro capítulo delimita a metodologia, foram expressas as formas e adotadas na pesquisa. O tipo da pesquisa escolhido para este estudo foi de caráter quantitativo, sendo que essa abordagem quantitativa considera o uso de métodos estatístico. Ainda se mostrou importante a comparação dos custos das construções em alvenaria e Painéis Monolíticos de EPS, realizada posteriormente a essa pesquisa.

No quarto capítulo são mostrados os resultados e a análise dos mesmos, apresentando um comparativo dos custos finais da utilização entre Painéis Monolíticos de EPS e alvenaria.

As considerações finais da pesquisa são as respostas aos objetivos do trabalho, que indicaram um melhor custo-benefício da utilização do Painéis Monolíticos de EPS.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A construção civil é considerada o termômetro do nível de atividade industrial de um país. Dados do Sebrae (2022), indicam um potencial crescimento para o ano 2022, em cerca de 2% de crescimento para o setor. A importância da Construção Civil para o país transparece nos números que o setor apresenta. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em 2021 foram gerados 244.755 novas vagas com carteira assinada. O número de trabalhadores formais cresceu em 11,62%, ao passar de 2,107 milhões em 2020 para 2,351 milhões em 2021. A expectativa é que o setor tenha uma alta, elevando 5% no Produto Interno Bruto (PIB).

O setor da construção civil atende indústrias; comércios e serviços, tanto privados quanto público (MATOS; PINTO; SILVA, 2022). O mercado da construção civil se encontra inserido em um contexto de forte concorrência, porém bastante associado à informalidade e a baixa utilização de tecnologia se comparado a outros setores da produção industrial, apresentando ainda perdas e desperdícios de matérias-primas.

Nessa parte do estudo tem-se como finalidade a discussão sobre o método de construção por painéis monolíticos em EPS e pelo método de alvenaria convencional, demonstrando através de artigo, livros, entre outros, o processo de execução de cada um, podendo assim avaliar as vantagens de cada método.

2.1 Alvenaria

A forma mais tradicional de construção, utilizada há milhares de anos é a alvenaria, sendo empregado desde a antiguidade. Como toda tecnologia, teve, com o passar do tempo, avanços nos materiais e componentes utilizados (GOMES; LACERDA, 2014).

Com mais de 8.000 de emprego na construção, os primeiros blocos de alvenaria foram eram moldados a mão. Obviamente com o passar dos não houve significativa no processo de fabricação dos blocos cerâmicos (OLIVEIRA, 2016).

Gomes e Lacerda (2014, p. 172) afirmam que a alvenaria configura-se o método construtivo convencional mais utilizado no Brasil, especialmente em construções de interesse social, “sendo formado por um conjunto de unidades, tais como tijolos cerâmicos ou de concreto (geralmente de seis e oito furos) e, geralmente, argamassa”.

A evolução do sistema de construção de alvenaria evolui ao longo dos anos, o que permitiu a utilização de novos materiais, tecnologias e métodos, que possibilitaram melhorar os cálculos da alvenaria, tornando este método mais preciso com projetos mais concisos e detalhados. “A Associação Brasileira de Normas Técnicas dispõe de normas relativas à alvenaria estrutural com especificações das propriedades dos blocos e demais constituintes do sistema o que resulta em uma padronização melhor da estrutura” (BARBOSA, 2016, p. 1).

A alvenaria pode ser definida como um componente constituído por blocos ou tijolos unidos entre si por juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. Além das funções de alvenaria de vedação – conforto térmico e acústico, estanqueidade, resistência ao fogo, durabilidade -, a alvenaria estrutural tem a função de absorver e transmitir ao solo, ou à estrutura de transição, todos os esforços a que o edifício possa ser submetido (PARSEKIAN, SOARES, 2010, p. 12)

Figura 1 – Estrutura de convencional de alvenaria



Fonte: GOMES; LACERDA, 2014.

O sistema de construção de alvenaria possui propriedades mecânicas intrínsecas capazes de constituir elementos estruturais. Para os autores, a ideia de que a alvenaria tem maior durabilidade, é uma questão cultural, sem comprovação científica e que diverge da opinião de muitos pesquisadores do assunto. Portanto, a base da construção de alvenaria se

restringe a blocos ou tijolos, cimento e areia (argamassa), e os diversos materiais de acabamento (OLIVEIRA, 2016). “A alvenaria de vedação são paredes que tem a função de dividir ambientes externos e internos de uma edificação. Suportam somente seu próprio peso”, utilizando para isso blocos, tijolos ou outros materiais (PARSEKIAN, SOARES, 2010, p. 12)

Conforme Gomes e Lacerda (2014) a principal função da alvenaria de vedação constitui-se da separação de cômodos. Possui ainda vantagens como: (i) vedação (isolamento térmico e acústico), resistência a infiltrações de água pluvial; (ii) controle da migração de vapor de água; (iii) boa estanqueidade de água, regulação da condensação (iv) facilidade e o baixo custo dos componentes; (v) ótima aceitação pelo usuário e pela sociedade brasileira.

Como vantagens adicionais a alvenaria apresenta propriedades de resistência à umidade e movimentos térmicos, resistência à pressão do vento, grande durabilidade comparada a outros materiais, resistência a fogo, e facilidade na produção dos materiais. Além disso, é uma técnica “executiva simplificada, facilidade de treinamento de mão de obra e menor diversidade de materiais e mão de obra” (BARBOSA, 2016, p.2).

Como desvantagens da construção tradicional de alvenaria, Gomes e Lacerda (2014) listam: (i) gasto excessivo de água; (ii) geração de grande quantidade de entulhos; (iii) externalidades ambientais ¹; (iv) falta de conforto térmico; (v) utilização excessiva de mão de obra;(vi) baixa produtividade.

Em relação à baixa produtividade da mão de obra, Gomes e Lacerda (2014) apresentam uma comparação entre a produtividade do sistema construtivo convencional e a produtividade de outros sistemas construtivos. Conforme os autores, o sistema tradicional apresenta produtividade de 5,16 homem-hora/m² ².

Já Silva (2016) afirma que a vedação vertical que é tradicionalmente em alvenaria, representa apenas 3 a 6% do custo do edifício, porém sua industrialização, e conseqüentemente a racionalização, trazem muitos outros benefícios para a obra, especialmente em relação a perdas de materiais (quebras de tijolos, massa) e tempo de instalação.

¹ Geradas em função extração da matéria-prima (processo de mineração dos componentes de alvenaria), no processo de mistura entre a areia, o cimento e a cal (argamassa para a conexão dos tijolos) e no processo produtivo do bloco cerâmico (GOMES; LACERDA, 2014).

² Trabalho 174 E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, v. 7, n. 2, 2014 realizado apenas na etapa de fechamento, revestimento e estrutura da construção e responsável por 44% do valor do imóvel.

Na confecção de 1,0 m² de alvenaria necessita-se de 02 (dois) serventes, um para o operador de betoneira e um para o pedreiro de alvenaria, 01 (um) operador de betoneira para fazer a massa, 01 (um) técnico responsável para calcular o traço da argamassa de assentamento, 01 (um) pedreiro para o assentamento dos tijolos (LABUTO, 2014, p.4).

A diminuição de erros de construção, no qual “eventuais problemas na execução são detectados somente por ocasião da conferência de prumo do revestimento externo, gerando elevados consumos de argamassa e aumento das ações permanentes atuantes na estrutura”, também são importantes fatores que aumentam os custos gerais de uma obra (SILVA, 2016, p. 4). Por estes motivos a engenharia civil vem buscando alternativas para a melhoria do processo de construção, entre eles se destaca a escolha de novos materiais, como por exemplo, o método Painéis Monolíticos de EPS.

2.2 Sistema Monolítico

Conforme apresentado, o Sistema Monolítico surgiu no início dos anos oitenta na Itália. Este sistema trouxe inovações ao setor tradicional da Construção Civil, uma vez que fez uso de painéis sanduíche como vedação da estrutura. 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)

No Brasil, essa técnica é trazida nos anos de 1990, sendo um dos precursores da técnica, quando o sistema construtivo foi submetido a um estudo pelo IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológicas de São Paulo), à qual foi sujeitada a todos os testes e ensaios normativos exigidos para validação de sua eficácia (BERTOLDI, 2007).

O reconhecimento e a homologação deste método construtivo por alguns países foram cronologicamente por: Austrália, em 1990; Porto Rico e México, em 1994; África do Sul e Jamaica, em 1997; Trinidad e Tobago, em 2003; Irlanda, em 2006; Peru e Panamá, em 2010; Romênia, em 2011; Uruguai, Nicarágua e Argentina, em 2012; Espanha e Equador, em 2013; República Dominicana, Índia e Argélia, em 2014; Estados Unidos da América, em 2018; Europa, em 2016 e Rússia, em 2018 (SILVA; GUIMARÃES; VAZ, 2021).

2.2.1 EPS

A sigla EPS é a abreviação de poliestireno expandido, que na realidade é um plástico celular rígido, expandido pelo gás pentano, que o transforma em pérolas de até 3 mm de diâmetro (GOMES; OLIVEIRA; GOMES, 2021). O EPS (poliestireno expandido) ou isopor como é conhecido no Brasil, foi descoberto em 1949 pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz em um laboratório na Alemanha (BASF). É um composto plástico resultante da união do poliestireno e água que quando polimerizado da origem ao isopor que possui composição de 98% de ar e 2% de plástico (GOULART; SOARES JUNIOR; RODRIGUES, 2018).

O uso do EPS na Construção Civil é algo bem interessante que possibilitou a diminuição total do peso da edificação sem comprometer a qualidade da estrutura. Com isso, um do primeiro exemplo nesse sentido foi o fato da substituição de lajotas cerâmicas por módulos de EPS nas lajes que serve apenas como preenchimento de espaço, além de agir, de certa forma, como isolante acústico. Outro fator importante, que pode ser citado como qualidade e vem sendo aproveitado em sua utilização são suas propriedades termoacústicas e capacidade de deformação por ser utilizado em juntas de dilatação (ISOFRIO, 2006).

A norma que determina as densidades com que o EPS deve ser utilizado, na construção civil, é a NBR 11752. Esta define que a produção é de duas versões, a classe F, a qual é retardante à chama, e a classe P, não retardante à chama. E também, devem pertencer a um dos três grupos de massa específica aparente, são eles: I - de 13 a 16 kg/m³; II - de 16 a 20 kg/m³; III - de 20 a 25 kg/m³.

A Diretriz nº 11 (2014) do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de produtos inovadores – SINAT, no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H, aborda que o tipo de EPS a ser utilizado na construção civil, deve ser o de denominação “Classe F”. O EPS utilizado no sistema monolítico possui características primordiais para ser empregado na construção civil onde podemos citar o material de Classe F que não propaga chamas quando exposto a uma situação de incêndio (REYNOSO, 2017). Conforme Gomes; Oliveira; Gomes (2021, p.4), “no mercado estão disponíveis comercialmente 7 tipos de EPS, que têm as suas classificações pela densidade. Na tabela abaixo, estão disponíveis valores para as propriedades dos tipos de EPS de acordo com suas respectivas normas”. O poliestireno, ou isopor, como é conhecido no Brasil, é um polímero

aromático sintético feito com o estireno. O monômero, líquido derivado da indústria petroquímica, pode ser rígido ou espumoso, geralmente utilizado em sua forma branca, dura e quebradiça. Levando em consideração seu peso, é uma resina barata, sendo muito utilizada como barreira eficiente contra oxigênio e vapor d'água, possuindo ponto de fusão relativamente baixo (AVESANI NETO, 2008).

Quadro 1 - Tipos de EPS

Propriedades	Norma	Unid.	Tipos						
	Método Ensaio		1	2	3	4	5	6	7
Densidade Aparente Nominal	NBR 11949	Kg/m ³	10,0	12,0	14,0	18,0	22,5	27,5	32,5
Densidade Aparente Mínima	NBR 11949	Kg/m ³	9,0	11,0	13,0	16,0	20,0	25,0	30,0
Condutividade Térmica Máxima (23°C)	NBR 12094	W/m.k	---	---	0,042	0,039	0,037	0,035	0,035
Tensão por Compressão com deformação de 10%	NBR 8082	KPa	≥33	≥42	≥65	≥80	≥110	≥145	≥165
Resistência mínima à flexão	ASTM C203	KPa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥175	≥340
Resistência mínima ao cisalhamento	EN-12090	KPa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (Se material classe F)	NBR 11948	Material Retardante à Chama							

Fonte: ABRAPEX, 2006.

O EPS Isopor® apresenta dois segmentos: recortados e moldados. Os recortados representam as placas de poliestireno, enquanto os moldados são as peças específicas produzidas com o material as direcionadas para a construção civil (KNAUF, 2020). Em relação à classificação e tipos de módulos, os mesmos podem ser: modulo standart; modulo lintel; modulo meia altura; modulo borda de piso; modulo de canto; end module, podendo ainda serem criados outros módulos personalizados fabricados de acordo com os requisitos de projeto (BMTPC, 2018).

Módulo Standard – Formam a maior parte dos módulos e possuem painéis EPS de 50mm em ambos os lados com 8 abraçadeiras de plástico rígido segurando os painéis. As dimensões destes módulos são 1000 x 250 x 250mm. (Fig. 2a)

Módulo Lintel – Em combinação com os módulos Meia Altura, formam a camada superior de todos os vãos das paredes e retêm o betão evitando fugas térmicas. As dimensões destes módulos são 1000 x 125 x 250 mm. (Fig. 2b)

Módulo Meia Altura – Junto com o lintel, formam a camada superior de todos os vãos da parede e retêm a armadura de aço necessária. As dimensões destes módulos são 1000 x 150 x 250 mm. (Fig. 2c)

Figuras 2a, 2b, 2c - Modulo standart; modulo lintel; modulo meia altura



Fonte: BMTPC, 2018.

Módulo de Borda do Piso – Formam a camada mais superior, onde termina a parede e começa o piso. Isso envolve a laje do piso e, portanto, evita a formação de pontes térmicas. As dimensões destes módulos são 1000 x 375/125 x 250mm. (Fig. 3a)

Módulo de Canto – Constituem os cantos de 45° e 90° do edifício. Os dois lados são painéis EPS de 50 mm mantidos juntos com 8 laços rígidos. As dimensões destes módulos são 750/500 x 250 x 250mm. (Fig. 3b)

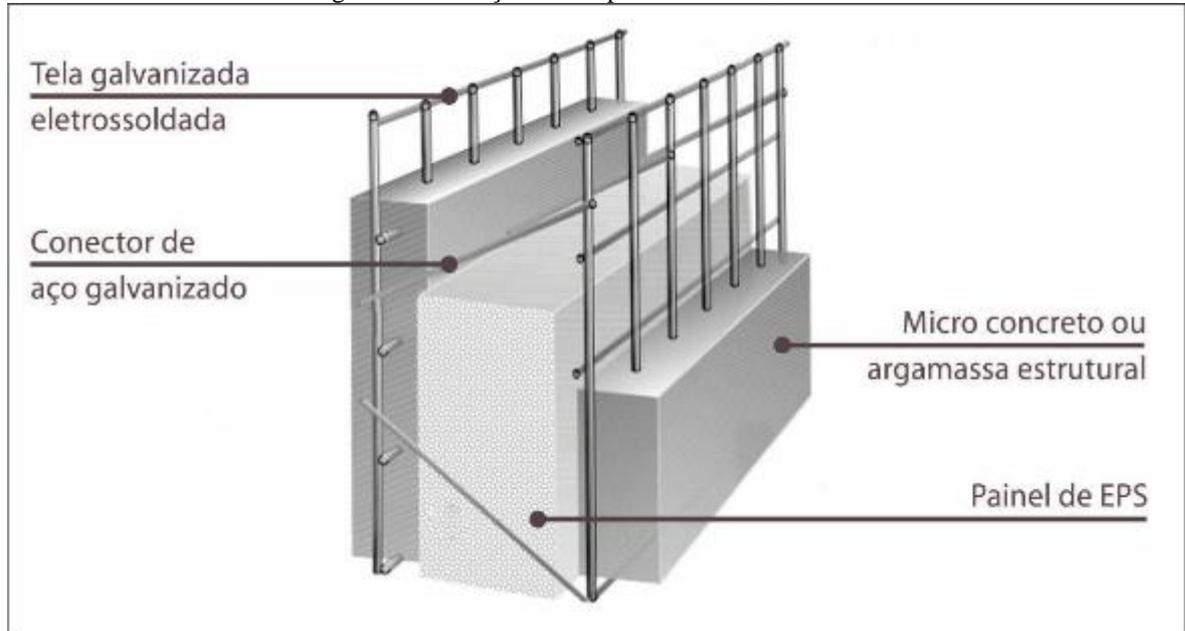
End Module – Estes criam acabamentos de parede encaixando-se dentro da forma padrão ou de canto e fornecem um final de ponte suave e térmico para a parede. As dimensões destes módulos são 150 x 125 x 50 mm. (Fig. 3c).

Figuras 3a 3b, 3c - modulo borda de piso; modulo de canto; end module



Fonte: BMTPC, 2018.

Figura 4 - Ilustração de um painel monolítico em EPS



Fonte: ARAÚJO; PEREIRA; PINHEIRO, 2022.

O EPS Isopor® também podem ser estruturados telas de aço baixo carbono, com arames galvanizados de 2,1 mm de diâmetro e malha 50 x 50 mm ou 150 x 50 mm, posicionada, em seus dois lados. As placas são interligadas entre si por conectores de aço médio carbono galvanizado, com diâmetro de 2,76 mm, eletrossoldados ao telas, formando uma treliça. Posteriormente, no processo construtivo, recebendo, em cada uma de suas faces, uma camada de microconcreto $f_{ck} = 25$ MPa com espessura mínima de 3,5 cm (TECHNE, 2012). As dimensões dos painéis são variáveis, de acordo com a modulação desejada do projeto arquitetônico.

2.2.2 Fases de execução do sistema EPS

O sistema construtivo EPS apresenta inúmeras fases, onde inicialmente são preparadas as fundações, executadas, de acordo com o cálculo estrutural, dependendo do tipo de terreno, podendo ser adotados diversos tipos de fundação: (i) tipo laje radier (com 18 cm de altura); (ii) sapata de parede (40 cm de largura e 15 cm de profundidade em desenhos); ou, (iii) uma fundação especial, se, o terreno ou as condições arquitetônicas de votação não forem

favoráveis (TECHNE, 2012). A armamento estrutural dos sistemas monolíticos de EPS pode ser verificada conforme a aplicação de sua montagem., que conforme Araújo; Pereira e Pinheiro (2022) segue a seguintes etapas: Fundação; colocação de barras de fixação; montagem dos painéis monolíticos de EPS; alinhamento e prumo; abertura dos vãos; instalação das esquadrias; instalação elétrica e hidráulica; revestimento dos painéis; lajes e acabamento.

Desta forma, o sistema construtivo EPS apresenta inúmeras fases, onde inicialmente são preparadas as fundações. Estruturas hidrossanitários, elétricas, comunicação, segurança e outros que possam interferir na construção, são primeiramente posicionados antes do início da fundação. O tubo é aterrado e nivelado onde no chão há lançamento do concreto do contrapiso. Feita esta parte inicial, deve-se proceder à base do piso, para que a obra se suceda com mais limpeza e eficiência (OLIVEIRA et al., 2019). A Figura 5, mostra que o conjunto de placas pode ser encaixado diretamente nas ferragens guias da fundação. O travamento entre os módulos ocorre com grampos e arames.

Figura 5 – Fundação



Fonte: APL, 2019.

Após a concretagem da fundação, inicia-se o processo em que é feita a montagem da base, alinhamento e prumo dos painéis, para levantamento de paredes, a montadora deve fixar

os painéis nos inícios previamente colocados com auxílio de grampeador, com grampos de aço AC 60 (o mesmo que prender a tela nos painéis) ou simplesmente com arame recozido e ferramentas. Os painéis possuem abas de malha de aço sobrepostas. A montagem dos painéis ocorre de forma simples e manual, podendo ser utilizado alicate ou pistola pneumática (grampeador). “As paredes estruturais possuem entrâncias no EPS que, conjugando as malhas de aço com a argamassa estrutural, proporcionam a criação de micro colunas em toda a extensão da parede, conferindo alta performance estrutural ao sistema” (ISOALFA, 2022, p. 1), como mostra a Figura 6.

Figura 6 – Paredes



Fonte: ISOALFA, 2022.

A montagem de painéis autoportantes não é complexa, mas requer cuidados e normas para evitar erros na construção. Devem estar alinhadas com as guias de ferro do contra piso e montado no prumo, onde a fixação é feita por grampos e fios recozidos. De acordo Araújo; Pereira e Pinheiro (2022, p. 70506), “os painéis são posicionados entre os arranques da fundação. A montagem deve ser iniciada por um canto, saindo com eles nos dois sentidos para fechar os cômodos”. Com peças de reforço em tela eletrosoldada, em formas de I ou T, os painéis são colocados e amarrados com arame nº 18 retorcido, seguindo as especificações anteriores definidas no projeto.

Posteriormente, o alinhamento dos painéis são realizadas por meio de régua de alumínio formando linhas horizontais, em ambos os lados dos painéis, fixados por meio de arame recozido. Escoras reguláveis tipo mão francesa acertam os prumos dos painéis. Procede-se finalmente as marcações de para a execução dos cortes. “Todas as aberturas receberão peças de reforços em tela eletrosoldada em sua borda (tipo “U”) e nos encontros das extremidades/cantos (tipo “T” a 45°), fixadas com arame recozido nº 18 retorcido (ARAÚJO; PEREIRA; PINHEIRO, 2022, p. 70511). Segue-se com as instalações das esquadrias, reenquadrando as aberturas. Utiliza-se espuma expansiva de poliuretano para tamponamento de sobras ou de pequenas aberturas, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7 - Aberturas



Fonte: CSIR – Central Building Research Institute, 2017.

Após a instalação dos painéis, pode-se embutir as tubulações elétrica, hidráulica e sanitária. O encanamento e os conduítes elétricos devem estar atrás da malha de arame do painel antes reboco. O espaço atrás da malha de arame deve ser aberto usando um maçarico para derreter parcialmente o EPS ao longo das linhas dos conduítes. Como o EPS usado nos painéis é retardante de fogo, ele irá derreter sob a chama, mas não queimar. A malha de arame deve ser cortada com alicate para abrir espaço para placas DB, interruptores e caixas de tomadas. Para a instalação de medidas de reforço adequadas devem ser fornecidos como e quando necessário. Conforme Gomes, Oliveira e Gomes (2021, p. 5), “os materiais e a forma

de instalação são os mesmos usados nas construções convencionais, porém esse processo é facilitado, executado de forma simples e rápida”(Fig. 8).

Figura 8 – Instalação elétrica



Fonte: CSIR – Central Building Research Institute, 2017.

No caso de tubos rígidos ou semirrígidos, quando necessário, a tela metálica é cortada com alicate e na ponta, a tela é fechada novamente para segurar o tubo. O sistema admite sofisticado aterramento em malha. Para projetos de vários andares, recomenda-se o uso de fustes, pois facilita o acesso e manutenção de sistemas elétricos e hidráulicos (Fig.9).

Figura 9 – Instalação Hidráulica



Fonte: CSIR – Central Building Research Institute, 2017.

Procede-se a colocação das esquadrias. O revestimento dos painéis exige uma maior atenção. Para Gomes, Oliveira e Gomes (2021, p. 10), “é necessário a cobertura em duas camadas, uma servindo para preenchimento do EPS com microconcreto e a outra para finalização do acabamento. Nesse processo deve-se espalhar mestras com a finalidade de delimitar a espessura final”. A argamassa é aplicada com a utilização de projetor pneumático, ou com colher de pedreiro. Após a colocação das duas camadas, é realizado o sarrafeamento com réguas de alumínio. Diante de falhas é necessário nova aplicação e outro sarrafeamento das paredes. Segundo Orçati (2016, p. 1), “após a cura do concreto, as fôrmas de EPS passam a cumprir outras funções, tais como a de serem substrato para a aplicação de revestimentos, isolamento térmico e acústico”.

Quanto as lajes, Araújo; Pereira e Pinheiro (2022), recomendam que as mesmas sejam pré-fabricadas de treliçada com EPS unidirecional ou bidirecional. Já em relação aos acabamentos, as chapas de EPS recebem todo tipo de acabamento da mesma forma que a alvenaria convencional.

2.2.3 Comparação entre os sistemas construtivos tradicionais de alvenaria e sistema EPS

Para entender aspectos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade, é importante falar sobre materiais que compõem o sistema, que se resumem em poliestireno expandido (EPS), aço galvanizado e concreto. A partir disso e sabendo que a moradia é a construção mais desejada deve-se entender e avaliar o processo construtivo em painéis de EPS para

entender o sistema completo e seus benefícios. Assim, buscou-se apresentada no Quadro 2, um comparativo os benefícios do processo construtivo em painéis de EPS e a alvenaria tradicional.

Quadro 2 – Comparativo entre os sistemas EPS e a alvenaria tradicional

Características	Alvenaria Convencional	EPS
Resistencia mecânica	Excelente resistência mecânica, porém, menor do que o sistema em painéis EPS, pois conduz mais calor, por conseguinte, ocasiona maior gasto com energia.	Baixa condutividade térmica, redução de gastos com energia e ar condicionado.
Resistencia ao fogo	Excelente. Para uma parede com bloco de 9 cm e argamassa de 6 cm de espessura, tem-se um tempo de 150 min.	Baixo. Para uma parede com painel de 9 cm de espessura e argamassa de 6 cm de espessura tem um tempo 40 min. Retardamento de chama.
Térmico Isolamento K (W/m.k) Transmissão térmica Coeficiente (Cct)	É constituído por um bom isolamento, mas o bloco de cerâmica tem uma menor resistividade capacidade do que o EPS. seu coeficiente varia de 0,9 a 1,2.	Principais características, alta capacidade de resistência a passagem de calor. Sua estrutura celular fechada. Seu coeficiente varia de 0,035 a 0,042.
Isolamento sonoro Rw (db) resistência	Para uma parede de 15 cm (9 tij. + 6 arg.), você obtém a $R_w = 38$ db	Para uma parede de 14 cm (8 EPS + 6 arg.) obter um $R_w = 38$ db.
Armazenamento	Seu armazenamento ocupa muito espaço, reduzindo a taxa de mobilidade no trabalho.	Pode ser empilhado horizontalmente sobrepostos com um máximo de 20 painéis. Reduz a ocupação do espaço.
Peso	Maior, de modo que nas mesmas dimensões que o painel com espessura de 15 cm pode chegar a 250kg/m^2	Reduz o peso estrutural do trabalho, pois o EPS é 98% composto por ar. O painel acabado com 15 cm espessura tem seu peso em torno de 120KG/m^2
Mão de obra	Não necessita de mão de obra especializada.	Por sua simplicidade de execução não exigem mão de obra especializada, mas qualificação por meio de treinamento.
Velocidade de aplicação (produtividade)	Por seu sistema totalmente artesanal, é caracterizada por um ritmo muito mais lento e menos método produtivo.	Devido ao fácil manuseio e simplificação aplicação caracterizada pela modularidade, apresenta alta produtividade executiva.
Preço	Baixo custo unitário inicial, devido à abundância de seus materiais e fabricação simples.	Custo unitário inicial mais alto, no entanto, se levarmos em conta todo o contexto envolvido o preço pode ficar mais baixo.
Durabilidade	Maior que qualquer outro material, podendo exceder 100 anos	Os limites de idade do EPS não são conhecidos, mas entende que o material tem grande durabilidade, pois mantém suas propriedades invictas ao longo dos anos.
Execução de instalações complementares	Menos eficiente devido à necessidade de retrabalho para executar ajustes.	Facilitado por não precisar de recortes das paredes.
Desperdícios (material)	Por ser um conceito totalmente artesanal, onde o processo executivo é totalmente voltado para um quase sempre mão de	Devido ao seu caráter modular, onde as peças já vêm prontas conforme às necessidades dimensionais, é possível que há uma redução

	obra desqualificada, tem uma taxa enorme de desperdício.	de quase 100% no desperdício.
Adesão de gesso	Sua capacidade de adesão é muito maior, devido a uma porosidade maior que o material presentes	Há dificuldade em juntar este material, devido à sua elevada impermeabilidade.
Mercado	Há uma melhor aceitação por parte de seus usuários.	Limitada devido a fatores como desconhecimento do material em relação às suas vantagens.
Limitação de pavimentos	Não há limitações e pode ser verificados nas mais diversas quantidades.	Há uma limitação de até 4 andares, uma vez que para obter números maiores, é necessário recorrer a estruturas auxiliares como vigas e pilares.
Sustentabilidade	Grandes quantidades de detritos são usadas para mais despejo, usando muita água e energia desde sua fabricação até a execução.	Poliestireno expandido 100% reciclável e reutilizável. Com seu uso diminui o consumo de água e energia desde sua fabricação até sua execução e diminui a geração de resíduos para natureza.

Fonte: OLIVEIRA et al., 2019.

Comparado aos sistemas convencionais, há uma redução considerável de desperdícios e exigindo redução de mão de obra para a montagem dos painéis. Há uma diminuição no processo de fabricação e na sua montagem, pois pode reduzir os custos da fundação ao usar esses painéis, já que são materiais mais leves do que outro tipo de selo (OLIVEIRA et al.; 2019).

Dentre suas propriedades físicas e biológicas podemos citar a grande resistência mecânica, extrema leveza, versatilidade geométrica, isolamento térmico e acústico, densidade, estabilidade dimensional, estabilidade em razão da temperatura, material 100% reciclável, não danoso ao meio ambiente e não reagente a microrganismos (REYNOSO, 2017)

2.3 Composição de custos e tempo de execução

Segundo Gonzáles (2008, p.4) a engenharia de custos ao longo dos anos desenvolveu diversos métodos para se determinar à estimativa do custo de produção em obras civis, mas o objetivo maior de cada método é comum, ou seja, “determinar uma estimativa de custo baixo de produção para o projeto ou empreendimento a ser realizado”. Para Gonzáles, o custo de uma obra e a liberação das verbas para a execução de cada etapa, condiciona seu desenvolvimento e define seu tempo:

Há uma relação próxima entre o prazo de execução e o custo da obra, em função das limitações dos clientes. Os recursos disponíveis mensalmente podem definir um prazo mínimo para a obra. Por outro lado, o prazo da obra implica em alguns custos fixos mensais, tais como alugueis de equipamentos e mão de obra envolvida na organização (mestres, técnicos, engenheiros ou arquitetos responsáveis pela execução). Desta forma, é importante examinar os condicionantes gerais, desenvolvendo um plano geral para a obra, o qual posteriormente será detalhado.

Existem vários tipos de orçamento, tais como orçamentos paramétricos, pela NBR 12721, discriminados e operacionais. O orçamento deve ser formalizado, constituindo-se então em documento fundamental para o gerenciamento da obra (GONZALES, 2008).

Na visão tradicional, um orçamento é uma previsão (ou estimativa) do custo ou do preço de uma obra. O custo total da obra é o valor correspondente à soma de todos os gastos necessários para sua execução. (GONZALES, 2008). A estimativa de custo é a soma de diversas parcelas ou etapas de produção, onde cada etapa possui um custo total ou unitário, as principais parcelas ou etapas que compõem a estimativa de custo de um empreendimento são:

- Conceção e compatibilização do projeto como um todo;
- Planejamento e gerenciamento dos serviços e da mão-de-obra;
- Levantamento do custo indireto;
- Estudo financeiro.

Existem vários tipos de orçamento, e o padrão escolhido depende da finalidade da estimativa e da disponibilidade de dados. Se há interesse em obter uma estimativa rápida ou baseada apenas na concepção inicial da obra ou em um anteprojeto, o tipo mais indicado é o paramétrico. Para as incorporações em condomínio, a lei exige o registro de informações, em cartório, seguindo um procedimento padronizado, de acordo com a norma NBR 12721 (ABNT, 1999). O orçamento discriminado é mais preciso, mas exige uma quantidade bem maior de informações (SANTOS, 2014).

Às vezes, durante o desenvolvimento do projeto, é interessante realizar a estimativa de forma cuidadosa ao menos nas partes que já foram definidas. Para as demais, pode-se aplicar estimativas baseadas em percentuais médios de obras anteriores. Por exemplo, se existe o projeto arquitetônico, com as definições de dimensões e acabamentos, mas ainda não estão disponíveis os projetos elétricos, hidráulicos ou estruturais, os valores correspondentes podem ser estimados utilizando os percentuais que estas parcelas geralmente atingem para obras do mesmo tipo. Por fim, tendo em vista a construção sustentável, adquire importância à análise nos ciclos de vida da construção (GOLDMAN, 2004).

À gestão de custos é atribuída terminologia própria que, por vezes é utilizada de forma equivocada. Assim, se torna necessário, preliminarmente, a definição dos termos utilizados com frequência, e que no primeiro momento, embora pareçam similares possuem significados diferentes (GOLDMAN, 2004).

3 METODOLOGIA

Esse trabalho foi baseado em um método quantitativo e qualitativo, em que foi apresentado a caracterização tecnológicas e de viabilidade econômica dos sistemas construtivos, para posterior comparação entre os mesmos. Este estudo teve como principal objetivo verificar quais os benefícios que as construções realizadas pelo método construtivo EPS oferecem em relação ao método tradicional de alvenaria, através da análise de pesquisas realizadas. Foram selecionados artigos acadêmicos, que tiveram este enfoque. Para tanto inicialmente foi estruturada uma pesquisa qualitativa, que envolveu a leitura e interpretação dos dados coletados nas publicações selecionadas (OLIVEIRA, 2011). Foram analisadas teses, dissertações e artigos científicos para ser utilizado como base no estudo. Para a comparação entre os procedimentos dos sistemas avaliados, em alvenaria convencional e o sistema monolítico, foi identificado todos os materiais e procedimentos para a execução de cada um dos elementos que irão compor as construções.

Para este estudo foi escolhida pesquisa descritiva bibliográfica de abordagem qualitativa. Desta forma, conforme Gil (2006), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas aparece na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados (FONSECA, 2005). A pesquisa descritiva expõe as características de determinada população ou fenômeno, estabelece correlações entre variáveis e define sua natureza (OLIVEIRA, 2011).

A pesquisa bibliográfica, considerada uma fonte de coleta de dados secundária, pode ser definida como: contribuições culturais ou científicas realizadas no passado sobre um determinado assunto, tema ou problema que possa ser estudado. Para Oliveira (2011), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos e é importante para o levantamento de informações básicas sobre os aspectos direta e indiretamente ligados à temática buscada.

Para a análise comparativa dos sistemas construtivos foi utilizado o projeto de uma residência construída, cedido pela empresa Vinhas Oliveira Engenharia, ou seja, a partir do projeto arquitetônico dessa casa (Figura 10) foram levantados os custos dos métodos construtivos propostos no trabalho. Inicialmente, foram levantados dados para a descrição dos

Para a análise comparativa, os custos dos materiais e da mão de obra foram apurados na mesma localidade da construção, cidade Três Pontas - MG. Os dados foram apresentados pela empresa Vinhas Oliveira Engenharia no mês de janeiro de 2023. As tabelas apresentadas na análise dos dados foram construídas a partir desses dados fornecidos. As análises finais das vantagens e desvantagens entre os processos construtivos foram consideradas a partir de entrevistas informais com os engenheiros da empresa, visitas *in loco*, além das considerações técnicas da pesquisa teórica.

Detalhamento do método de comparação de custos

Inicialmente, foram estimados os custos do metro quadrado para apresentar o método de comparação dos custos utilizado. Esse método consiste no levantamento de descrever a montagem dos custos indiretos e diretos, dos padrões da edificação utilizada como referência. A escolha da opção de tomada de preços do EPS diretamente de fornecedores, se deu por essa se configurar como a mais viável confiável para a pesquisa, uma vez que os fornecedores incluem todos os materiais para a instalação e seus devidos acabamentos. A forma de comparação de tempo de execução considerou ainda a análise que teve por base uma equipe composta por um oficial e um ajudante, para que este valor seja posteriormente comparado. O caminho crítico por sua vez é o conjunto atividades que vão influenciar diretamente no prazo de execução da sua obra. Destaca-se a importância de se considerar os custos indiretos, uma vez que esses são determinados pelo tempo da construção e foram definitivos para indicar as diferenças econômicas, assim como a produtividade, sendo o custo total da obra foi calculado no tempo de execução da obra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para construção do comparativo de custo apresentado foi necessário buscar algumas referências, preço e produtividade. A referência do preço foi adquirido no mercado, ou seja, todos os valores informados foram cotados com 3 fornecedores distintos pela empresa Vinhas Oliveira Engenharia. A proposta com o menor valor para execução com mão de obra e material foi adotada para o estudo. A referência de produtividade foi utilizada para o cálculo do tempo de execução do serviço.

Com base no livro TCPO (edição de 2012) foram estimados a produtividade média de um trabalhador para execução de todas as atividades envolvidas no processo construtivo de Alvenaria.

Com base nas informações listadas acima foi necessário definir um quadro de funcionários, definimos 4 equipes, cada equipe composta de um oficial e um servente, essa quantidade foi definida para os dois casos. O TCPO fornece a produtividade em M2 por hora homem trabalhada, bastou multiplicar a produtividade pela quantidade de M2 total de cada etapa, para encontrar a quantidade de horas necessárias para execução.

Encontrada a quantidade total de horas para execução do serviço foi necessário dividir o valor encontrado pela quantidade de horas de um trabalhador por dia, definimos uma carga horária de 8 horas e 48 minutos, sendo assim dividimos o total de horas encontrado por 8,8 para encontrar quantos dias trabalhados serão necessários para execução de todo o serviço. Encontrado o resultado total de dias trabalhados foi necessário dividirmos esse quantitativo pela quantidade de equipes que vão executar o serviço, no nosso exemplo foram 4 equipes, com isso obtivemos o resultado total de dias trabalhados com toda a mão de obra disponível.

Para complementar o tempo de execução foi necessário incluir os dias de descanso remunerado (sábado e domingo), para isso dividimos a quantidade total de dias necessário para executar o serviço (com todas as equipes) por 5, pois a cada semana possui 5 dias, fazendo a divisão conseguimos encontrar quantas semanas tenho no período total, logo, se multiplicarmos o resultado por 2 encontramos a quantidade de dias de descanso remunerado no período.

Para a alvenaria de vedação, em algumas atividades, possuímos um prazo de cura, esse prazo é definido pela norma e deve ser respeitado, tem como objetivo definir um cronograma para execução das etapas que são sucessivas, ou seja, respeitando o tempo necessário para a etapa seguinte. Nos primeiros pavimentos conseguimos eliminar esse tempo de cura

executando o serviço de um pavimento para o outro, sendo assim conseguimos executar os serviços em sequência, pois enquanto o pavimento de baixo está curando estamos executando o pavimento acima, mas o ultimo pavimento não conseguimos fugir do tempo de cura, logo devemos adicionar ao tempo total para execução do serviço os dias necessários de cura, vale ressaltar que esse tempo em dias de cura é definido por norma.

Com a soma de todos os dias necessários (Dias trabalhados + Dias de descanso remunerado + dias de cura) listados acima conseguimos calcular a quantidade total de dias para execução do serviço em Alvenaria e do sistema construtivo EPS.

Foi ainda realizado o levantamento dos custos diretos e indiretos com base no orçamento realizado pela empresa Vinhas Oliveira Engenharia. Foram obtidas as medidas necessárias para execução do serviço de cada item. Em relação aos custos indiretos, que independente de qual método construtivo a obra não deixa de ter uma incidência.

4.1 Comparativo dos custos finais da utilização entre sistema EPS e alvenaria

Assim, considerando o tempo de execução e todos os custos definidos foi realizado o comparativo dos dois métodos construtivos apresentados nas tabelas a seguir.

A Tabela 1 expõe o custo por hora, da mão de obra, em cada cargo na execução da obra em painéis monolíticos em EPS, além disso quantas horas foram previstas, e consequentemente o custo total, em cada um deles. No método EPS, mesmo sendo necessário uma mão de obra um pouco mais especializada para a sua execução, o custo dessa etapa foi mais baixo que no método convencional com total de R\$34.304,58.

Tabela 1 – Mão de Obra EPS

CARGO	UN	QTD	CUSTO		TOTAL
<i>Armador</i>	h	9,20	R\$	22,84	R\$ 210,05
<i>Carpinteiro</i>	h	191,53	R\$	22,84	R\$ 4.374,46
<i>Eletricista</i>	h	75,34	R\$	23,36	R\$ 1.759,89
<i>Pedreiro</i>	h	647,91	R\$	23,10	R\$ 14.966,76
<i>Pintor</i>	h	91,00	R\$	24,16	R\$ 2.198,61
<i>Servente</i>	h	642,17	R\$	16,81	R\$ 10.794,81
TOTAL					R\$ 34.304,58

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A Tabela 2 nos mostra o custo total generalizado de cada componente do orçamento da obra, sendo eles a mão de obra, os custos com materiais, serviços, equipamentos e o custo

total da obra descrito na tabela abaixo, nos dando também o total da obra executada com painéis monolíticos em EPS.

Tabela 2 – Resumo de custos. EPS

CARGO	UN	QTD	TOTAL	TOTAL
<i>MÃO DE OBRA</i>			R\$ 34.304,58	23,75%
<i>MATERIAL</i>			R\$ 98.032,94	67,88%
<i>SERVIÇOS</i>			R\$ 10.357,33	7,17%
<i>EQUIPAMENTOS</i>			R\$ 1.730,65	1,20%
TOTAL			R\$ 144.425,50	
C/BDI			R\$ 144.425,50	

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A Tabela 3 nos mostra o custo detalhado da preparação do terreno, montagem e execução da fundação, montagem e execução da superestrutura, execução das alvenarias, execução dos revestimentos, instalação das esquadrias, instalação de louças e metais, instalações elétricas, de água, esgoto e drenagem, e também a execução da cobertura; sendo todos esses detalhados por materiais e/ou serviços utilizados, com seu custo unitário e total, da obra executada com painéis monolíticos em EPS.

A tabela 3 foi separada em diferentes etapas construtivas características do EPS, que conforme Araújo; Pereira e Pinheiro (2022) são as seguintes: fundação; colocação de barras de fixação; montagem dos painéis monolíticos de EPS; alinhamento e prumo; abertura dos vãos; instalação das esquadrias; instalação elétrica e hidráulica; revestimento dos painéis; lajes e acabamento.

Ao final da apresentação dos custos, verificou-se que o total gasto foi de R\$ 144.425,50. Considera-se importante ressaltar os benefícios (agilidade e praticidade) do EPS, especialmente nas etapas de instalação elétrica, hidráulica, sanitárias, as quais são executadas antes dos acabamentos, tornando a obra mais rápida e evitando os desperdícios comuns em construções de alvenaria.

Destaca-se, ainda, a parte de fundação da obra., que mostra uma grande diferença entre os sistemas analisados. Como verificado não apenas na tabela de custos, mas em visita *in loco*, todos os benefícios apontados na pesquisa teórica foram constatados. Entre esses benefícios, o de maior destaque foi a redução do peso estrutural do trabalho, pois o EPS é 98% composto por ar. O painel acabado com 15 cm espessura tem seu peso em torno de 120kg/m², diminuindo a necessidade de uma estrutura mais robusta, uma vez que os materiais utilizados na execução da fundação e alvenaria referente ao método convencional. Nota-se que o maior custo da fundação é dado pelo alto consumo de ferragens, que seriam as treliças e

as colunas usadas nas estacas e nas vigas baldrame. Por sua simplicidade de execução não exigem mão de obra especializada, mas qualificação por meio de treinamento. Devido ao fácil manuseio e simplificação aplicação caracterizada pela modularidade, apresenta alta produtividade executiva, significando menor tempo gasto na construção.

Conforme o cálculo estrutural, dependendo do tipo de terreno, podem ser adotados diferentes tipos de fundação: tipo laje radier (com 18 cm de altura); sapata de parede (40 cm de largura e 15 cm de profundidade em projetos simples); ou uma fundação especial, se, o terreno ou as condições arquitetônicas de sondagem não forem favoráveis (TECHNE, 2012). Para instalações hidrossanitárias, elétricas, comunicação, segurança e outras que possam interferir no radier, as mesmas são posicionadas antes do início da fundação. A tubulação é aterrada e nivelada onde no terreno há o lançamento do contrapiso de concreto. Feita essa parte inicial, deve-se seguir para a base do piso, para serem desenvolvidos, com mais limpeza e eficiência. Devido ao seu caráter modular, onde as peças já vêm prontas conforme às necessidades dimensionais, é possível que há uma redução de quase 100% no desperdício.

Possui propriedades mecânicas flexíveis, já que com seu processo de produção flexível, as propriedades mecânicas do EPS podem ser ajustadas para atender a cada aplicação específica, tornando versátil. O EPS pode ser fabricado em praticamente qualquer forma ou tamanho e é compatível com uma ampla variedade de materiais. Em função de sua baixa condutividade térmica, ocorre uma redução de gastos com energia e ar condicionado, uma vez que uma de suas principais características, é a alta capacidade de resistência a passagem de calor, devido à sua estrutura celular fechada, seu coeficiente varia de 0,035 a 0,042. O EPS absorve o som, tanto o som de impacto em pisos flutuantes quanto o som aéreo para paredes. O isolamento acústico também é alto, sendo que para uma parede de 14 cm (8 EPS + 6 arg.) obtêm um $R_w = 38$ db. Além disso, se mostra resistente à umidade, sendo que resiste à degradação por absorção de água.

Em relação ao acabamento, verificou-se que o mesmo é facilitado por não precisar de recortes das paredes, e aceitar acabamentos tradicionais utilizados nas construções nacionais (pedras, azulejos, tinta, etc.). Além disso, devido ao seu caráter modular, onde as peças já vêm prontas conforme às necessidades dimensionais, é possível que há uma redução de quase 100% no desperdício. Outro ponto positivo do sistema EPS é a organização da área da obra. Pode ser empilhado horizontalmente e podendo ser sobrepostos com um máximo de 20 painéis, sua acomodação reduz a ocupação do espaço, além de ser fácil de transportar.

Tabela 3 – Orçamento Geral EPS

Local	Mês de referencia					
Item	Discriminação	Unid.	Quant	R\$ UNIT.		R\$ TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES					R\$ 4.253,86
99059	Locacao convencional de obra, utilizando gabarito de tábuas corridas pontaletadas a cada 2,00m - 2 utilizações. AF_10/2018	M	77,330	R\$ 5,87		R\$ 453,86
1.2	Terraplenagem	M³	47,500	R\$ 80,00	R\$	3.800,00
2	FUNDAÇÃO					R\$ 21.532,54
96536	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para viga baldrame, em madeira serrada, e=25 mm, 4 utilizações. AF_06/2017	M²	15,000	R\$ 55,32		R\$ 829,84
96545	Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço ca-50 de 8 mm - montagem. Af_06/2017	KG	190,000	R\$ 15,55	R\$	2.955,39
96527	Escavação manual de vala para viga baldrame (incluindo escavação para colocação de fôrmas). AF_06/2017	M³	2,375	R\$ 103,26		R\$ 245,25
96555	Concretagem de blocos de coroamento e vigas baldrame, FCK 30 MPA, com uso de jerica – lançamento, adensamento e acabamento. AF_06/2017	M³	2,375	R\$ 632,04	R\$	1.501,10
101176	Estaca broca de concreto, diâmetro de 25cm, escavação manual com trado concha, inteiramente armada. AF_05/2020	M	25,000	R\$ 70,19	R\$	1.754,63
97102	Execução de radier, espessura de 15 cm, FCK = 30 MPA, com uso de formas em madeira serrada. AF_09/2021	M2	65,170	R\$ 148,60	R\$	9.684,32
97102/2	Execução de piso em concreto, espessura de 10 cm, FCK = 30 MPA	M2	87,330	R\$ 52,24	R\$	4.562,01

3	SUPERESTRUTURA				R\$ 11.070,56
92269	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em madeira serrada, E=25 mm. AF_09/2020	M²	8,330	R\$ 130,95	R\$ 1.090,80
92778	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm - montagem. AF_12/2015	KG	60,170	R\$ 14,44	R\$ 868,65
92718	Concretagem de pilares, FCK = 25 MPA, com uso de baldes em edificação com seção média de pilares menor ou igual a 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. AF_12/2015	M³	0,750	R\$ 627,90	R\$ 470,92
101964	Laje pré-moldada unidirecional, biapoiada, para forro, enchimento em cerâmica, vigota convencional, altura total da laje (enchimento+capa) = (8+4). AF_11/2020	M²	65,170	R\$ 132,58	R\$ 8.640,18
4	ALVENARIAS				R\$ 30.186,63
89475	Alvenaria de blocos de concreto 14x19x39 cm, (espessura 14 cm), FBK = 4,5 MPA, para paredes com área líquida maior ou igual a 6m², com vãos, utilizando colher de pedreiro. Af_12/2014	M²	28,500	R\$ 80,63	R\$ 2.298,00
93205	Cinta de amarração de alvenaria moldada in loco com utilização de blocos canaleta e aço. AF_03/2016	M	35,670	R\$ 37,91	R\$ 1.352,31
4.3	Fornecimento e instalação de painéis MONOEX	M²	217,330	R\$ 122,10	R\$ 26.536,32
5	REVESTIMENTOS				R\$ 31.559,27
87905	Chapisco aplicado em alvenaria (com presença de vãos) e estruturas de concreto de fachada, com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400L. AF_06/2014	M²	435,000	R\$ 5,80	R\$ 2.521,93
98561	Impermeabilização de paredes com argamassa de cimento e areia, com aditivo impermeabilizante, E = 2CM. AF_06/2018 (REBOCO)	M²	435,000	R\$ 24,63	R\$ 10.711,99

87620	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 l, aplicado em áreas secas sobre laje, aderido, acabamento não reforçado, espessura 2cm. AF_07/2021	M²	65,170	R\$ 28,88	R\$	1.881,91
87257	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo esmaltada extra de dimensões 60x60 cm aplicada em ambientes de área maior que 10 m². AF_06/2014	M²	65,170	R\$ 100,58	R\$	6.555,00
87273	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33x45 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m² na altura inteira das paredes. AF_06/2014	M²	33,680	R\$ 63,23	R\$	2.129,42
88489	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos, incl. Fundo. AF_06/2014	M²	401,600	R\$ 13,36	R\$	5.366,75
88488	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em teto, duas demãos. AF_06/2014	M²	65,175	R\$ 13,33	R\$	868,86
87411	Aplicação manual de gesso desempenado (sem taliscas) em teto de ambientes de área maior que 10m², espessura de 0,5cm. AF_06/2014	M²	65,170	R\$ 23,38	R\$	1.523,41
6	ESQUADRIAS					R\$ 11.981,84
102181	Instalação de vidro temperado, e = 10 mm, encaixado em perfil U. AF_01/2021_P	M²	8,450	R\$ 576,64	R\$	4.872,59
100689	Kit de porta de madeira frisada, semi-oca (leve ou média), padrão médio, 80x210cm, espessura de 3,5cm, itens inclusos: dobradiças, montagem e instalação de batente, fechadura com execução do furo - fornecimento e instalação. AF_12/2019	UN	4,670	R\$ 818,04	R\$	3.820,25
6.3	Portão em aço	M²	5,980	R\$ 550,00	R\$	3.289,00

7	LOUÇAS E METAIS				R\$ 3.854,51
100878	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada, louça branca - padrão alto - fornecimento e instalação. AF_01/2020	UN	1,000	R\$ 677,80	R\$ 677,80
86895	Bancada de granito cinza polido, 3x0,5 para lavatório - fornecimento e instalação. AF_01/2020	M²	3,440	R\$ 618,93	R\$ 2.129,10
86901	Cuba de embutir oval em louça branca, 35 x 50cm ou equivalente - fornecimento e instalação. AF_01/2020	UN	3,000	R\$ 227,76	R\$ 683,28
86929	Tanque de mármore sintético suspenso, 22L ou equivalente, incluso sifão flexível em PVC, válvula plástica e torneira de metal cromado padrão popular - fornecimento e instalação. AF_01/2020	UN	1,000	R\$ 364,32	R\$ 364,32
8	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				R\$ 9.014,45
93142	Ponto de tomada residencial incluindo tomada (2 módulos) 10A/250V, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento. AF_01/2016	UN	20,000	R\$ 222,85	R\$ 4.456,94
93128	Ponto de iluminação residencial incluindo interruptor simples, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento (excluindo luminária e lâmpada). AF_01/2016	UN	12,000	R\$ 224,18	R\$ 2.690,10
101536	Entrada de energia elétrica, aérea, trifásica, com caixa de embutir, cabo de 35 mm² e disjuntor DIN 50a (não inclusa mureta de alvenaria). AF_07/2020 (ADAPTADA)	UN	1,000	R\$ 1.867,41	R\$ 1.867,41
9	INSTALAÇÕES ÁGUA FRIA				R\$ 2.229,25
89957	Ponto de consumo terminal de água fria (subramal) com tubulação de pvc, dn 25 mm, instalado em ramal de água, inclusos rasgo e chumbamento em alvenaria. AF_12/2014	UN	8,000	R\$ 190,29	R\$ 1.522,32

97741	Kit cavalete para medição de água - entrada individualizada, em PVC DN 25 (¾"), para 1 medidor – fornecimento e instalação (exclusive hidrômetro, incl. Caixa d'água). AF_11/2016	UN	1,000	R\$ 706,93	R\$ 706,93
10	INSTALAÇÕES ESGOTO				R\$ 1.091,93
93350	Coletor predial de esgoto, da caixa até a rede (distância = 10 m, largura da vala = 0,65 M)	UN	1,000	R\$ 1.091,93	R\$ 1.091,93
11	COBERTURA				R\$ 15.255,91
92548	Fabricação e instalação de tesoura inteira em madeira não aparelhada, vão de 6 m, para telha cerâmica ou de concreto, incluso içamento. AF_07/2019	UN	4,000	R\$ 881,35	R\$ 3.525,40
100360	Fabricação e instalação de meia tesoura de madeira não aparelhada, com vão de 6 m, para telha cerâmica ou de concreto, incluso içamento. AF_07/2019	UN	4,000	R\$ 884,93	R\$ 3.539,70
92542	Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de mais que 2 águas para telha cerâmica capa-canal, incluso transporte vertical. AF_07/2019	M²	79,825	R\$ 52,98	R\$ 4.228,82
94195	Telhamento com telha cerâmica de encaixe, tipo portuguesa, com até 2 águas, incluso transporte vertical. AF_07/2019	M²	79,825	R\$ 49,63	R\$ 3.961,99
12	INSTALAÇÕES DRENAGEM				R\$ 2.394,75
12.1	Drenagem de cobertura	M²	79,825	R\$ 30,00	R\$ 2.394,75
13	TOTAL				R\$ 144.425,50

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A Tabela 4 expõe o custo por hora, da mão de obra, em cada cargo na execução da obra em alvenaria convencional, além disso quantas horas foram previstas, e conseqüentemente o custo total, em cada um deles. O total da mão de obra calculada foi de R\$52.245,00.

Tabela 4 – Mão de Obra Alvenaria

CARGO	UN	QTD.	CUSTO	TOTAL
<i>Armador</i>	h	15,00	R\$ 22,84	R\$ 342,60
<i>Carpinteiro</i>	h	191,00	R\$ 22,84	R\$ 4.374,55
<i>Eletricista</i>	h	75,64	R\$ 23,36	R\$ 1.766,95
<i>Pedreiro</i>	h	1047, 64	R\$ 23,10	R\$ 24.200,51
<i>Pintor</i>	h	91,00	R\$ 24,16	R\$ 2.198,56
<i>Servente</i>	h	1151,82	R\$ 16,81	R\$ 19.362,03
TOTAL				R\$ 52.245,00

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A Tabela 5 nos mostra o custo total generalizado de cada componente do orçamento da obra, sendo eles a mão de obra, os custos com materiais, serviços, equipamentos e o custo total da obra descrito na tabela abaixo, nos dando também o total da obra executada em alvenaria convencional.

Tabela 5 – Resumo de custos. Alvenaria

CARGO	UN	QTD	TOTAL	TOTAL
<i>MÃO DE OBRA</i>			R\$ 52.245,00	38,36%
<i>MATERIAL</i>			R\$ 76.021, 95	53,61%
<i>SERVIÇOS</i>			R\$ 9.212,05	6,76%
<i>EQUIPAMENTOS</i>			R\$ 1.730,65	1,27%
TOTAL			R\$ 136.209,20	----
<i>C/ BDI</i>			R\$ -----	-----

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

A Tabela 6 nos mostra o custo detalhado da preparação do terreno, montagem e execução da fundação, montagem e execução da superestrutura, execução das alvenarias, execução dos revestimentos, instalação das esquadrias, instalação de louças e metais, instalações elétricas, de água, esgoto e drenagem, e também a execução da cobertura; sendo todos esses detalhados por materiais e/ou serviços utilizados, com seu custo unitário e total, da obra executada com alvenaria convencional. O custo total apurado no sistema de alvenaria teve um total de R\$ 136.209,34.

Uma das vantagens do sistema construtivo tradicional de alvenaria é a não exigência de mão de obra especializada. Porém, como é um sistema construtivo totalmente artesanal, é caracterizada por um ritmo muito mais lento e menos método produtivo.

Conforme verificado *in loco* na obra, o baixo custo unitário inicial, devido à abundância de seus materiais e fabricação simples, é posteriormente comprometido pelo desperdício de material. Além disso, considera-se o tempo de construção longo em função de normas que devem ser seguidas nas etapas construtivas.

Para a alvenaria, em algumas atividades existe um prazo de cura, esse prazo é definido pela norma e deve ser respeitado, pretende definir um cronograma para execução das etapas que são sucessivas, ou seja, respeitando o tempo necessário para a etapa seguinte. Nos primeiros pavimentos é possível eliminar esse tempo de cura executando o serviço de um pavimento para o outro, sendo assim, é necessário executar os serviços em sequência, pois enquanto o pavimento de baixo está curando se está executando o pavimento acima, mas o último pavimento não consegue fugir do tempo de cura, sendo, portanto, necessário adicionar ao tempo total para execução do serviço os dias necessários de cura, vale ressaltar que esse tempo em dias de cura é definido por norma.

O método tradicional de alvenaria, é menos eficiente devido à necessidade de retrabalho para executar ajustes. Por ser um conceito totalmente artesanal, onde o processo executivo é totalmente voltado para um quase sempre mão de obra desqualificada, existe uma taxa enorme de desperdício neste sistema, gerando grandes quantidades de detritos são usadas para mais despejo, usando muita água e energia desde sua fabricação até a execução. Estas construções possuem a característica básica de não realizarem em sua duração o entrosamento mínimo entre as partes para a racionalização dos procedimentos de implementação que compõe o planejamento. O intercâmbio entre os vários profissionais que trabalham na obra, desde o arquiteto, passando pelos engenheiros de estrutura, os de instalação elétrica e hidráulica, aparece comprometido, surgindo daí, incontáveis problemas de incompatibilidade dentro das obras, além de desperdício e desrespeito às regras básicas ambientais. Lembrando que uma das maiores mudanças que ocorram no Brasil nos últimos anos, está na cobrança social para o controle destes desvios e principalmente para o uso racional dos recursos do planeta na totalidade, o denominado Desenvolvimento Sustentável. Nada mais lógico se pensarmos que a construção civil no mundo se utiliza de 40% de todo material retirado da

natureza (não renováveis) e 40% de todos os resíduos gerados pela sociedade (GONZALES, 2008).

Tabela 6 – Orçamento geral alvenaria

PLANILHA DE ORÇAMENTO		LOCAL		MÊS/REF.	Fev. 2023
Item	Discriminação	Unid.	Quant	R\$ UNIT.	R\$ TOTAL
1	SERVIÇOS PRELIMINARES				R\$ 4.253,93
99059	Locação convencional de obra, utilizando gabarito de tábuas corridas pontaleadas a cada 2,00m - 2 utilizações. Af_10/2018	M	77,330	R\$ 5,87	R\$ 453,93
1.2	Terraplenagem	M³	47,500	R\$ 80,00	R\$ 3.800,00
2	FUNDAÇÃO				R\$ 24.447,71
96536	Fabricação, montagem e desmontagem de fôrma para viga baldrame, em madeira serrada, e=25 mm, 4 utilizações. Af_06/2017	M²	15,000	R\$ 55,32	R\$ 829,80
96545	Armação de bloco, viga baldrame ou sapata utilizando aço ca-50 de 8 mm - montagem. Af_06/2017	KG	1.000,000	R\$ 15,55	R\$ 15.554,70
96527	Escavação manual de vala para viga baldrame e blocos (incluindo escavação para colocação de fôrmas). Af_06/2017	M³	2,375	R\$ 103,26	R\$ 245,25
96555	Concretagem de blocos de coroamento e vigas baldrame, fck 30 mpa, com uso de jerica – lançamento, adensamento e acabamento. Af_06/2017	M³	2,375	R\$ 632,04	R\$ 1.501,10
101176	Estaca broca de concreto, diâmetro de 25cm, escavação manual com trado concha, inteiramente armada prof. Até 6m. Af_05/2020	M	25,000	R\$ 70,19	R\$ 1.754,75
97102/2	Execução de piso em concreto, espessura de 10 cm, fck = 30 mpa	M2	87,330	R\$ 52,24	R\$ 4.562,12
3	SUPERESTRUTURA				R\$ 11.289,32
92269	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em madeira serrada, e=25 mm. Af_09/2020	M²	10,000	R\$ 130,95	R\$ 1.309,50
92778	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 10,0 mm - montagem. Af_12/2015	KG	60,170	R\$ 14,44	R\$ 868,65
92718	Concretagem de pilares ou vigas, FCK = 25 MPA, com uso de baldes em edificação com seção média de pilares menor ou igual a 0,25 m² - lançamento, adensamento e acabamento. Af_12/2015	M³	0,750	R\$ 627,90	R\$ 470,93
101964	Laje pré-moldada unidirecional, biapoiada, para forro, enchimento em EPS, vigota convencional, altura total da laje (enchimento+capa) = (8+4). Af_11/2020	M²	65,170	R\$ 132,58	R\$ 8.640,24
4	ALVENARIAS				R\$ 18.832,74
89475	alvenaria de blocos de concreto 14x19x39 cm, (espessura 14 cm), FBK = 4,5 MPA, para paredes com área líquida	M²	28,500	R\$	R\$

	maior ou igual a 6m ² , com vãos, utilizando colher de pedreiro. AF_12/2014			80,63	2.297,96
93205	Cinta de amarração de alvenaria moldada in loco com utilização de blocos canaleta e aço. AF_03/2016	M	35,670	R\$ 37,91	R\$ 1.352,25
89292	Alvenaria de blocos cerâmicos 14x19x29, (espessura de 14 cm), para paredes com área líquida maior ou igual a 6m ² , sem vãos, utilizando palheta e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. AF_12/2014	M ²	217,350	R\$ 69,85	R\$ 15.182,54
5	REVESTIMENTOS				R\$ 31.562,84
87905	Chapisco aplicado em alvenaria (com presença de vãos) e estruturas de concreto de fachada, com colher de pedreiro. Argamassa traço 1:3 com preparo em betoneira 400L. AF_06/2014	M ²	435,000	R\$ 5,80	R\$ 2.523,00
98561	Impermeabilização de paredes com argamassa de cimento e areia, com aditivo impermeabilizante, E = 2,5CM. AF_06/2018 (REBOCO)	M ²	435,000	R\$ 24,63	R\$ 10.714,05
87620	Contrapiso em argamassa traço 1:4 (cimento e areia), preparo mecânico com betoneira 400 l, aplicado em áreas secas sobre laje, aderido, acabamento não reforçado, espessura 2cm. AF_07/2021	M ²	65,170	R\$ 28,88	R\$ 1.882,11
87257	Revestimento cerâmico para piso com placas tipo porcelanato de dimensões 60x60 cm aplicada em ambientes de área maior que 10 M ² . AF_06/2014	M ²	65,170	R\$ 100,58	R\$ 6.554,80
87273	Revestimento cerâmico para paredes internas com placas tipo esmaltada extra de dimensões 33x45 cm aplicadas em ambientes de área maior que 5 m ² na altura inteira das paredes. AF_06/2014	M ²	33,680	R\$ 63,23	R\$ 2.129,42
88489	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em paredes, duas demãos, incl. Fundo. AF_06/2014	M ²	401,600	13,36	5.365,38
88488	Aplicação manual de pintura com tinta látex acrílica em teto, duas demãos incl. Fundo. AF_06/2014	M ²	65,170	13,36	870,67
87411	Aplicação manual de gesso desempenado (sem taliscas) em teto de ambientes de área maior que 10M ² , Espessura DE 0,5CM. AF_06/2014	M ²	65,170	R\$ 23,38	R\$ 1.523,41
6	ESQUADRIAS				R\$ 11.981,85
102181	Instalação de vidro temperado, e = 10 mm, encaixado em perfil U. AF_01/2021_P	M ²	8,450	R\$ 576,64	R\$ 4.872,61
100689	Kit de porta de madeira frisada, semi-oca (leve ou média), padrão médio, 80x210cm, espessura de 3,5cm, itens inclusos: dobradiças, montagem e instalação de batente, fechadura com execução do furo - fornecimento e instalação. AF_12/2019	UN	4,670	R\$ 818,04	R\$ 3.820,25
6.3	PORTÃO EM AÇO	M ²	5,980	R\$ 550,00	R\$ 3.289,00
7	LOUÇAS E METAIS				R\$ 3.854,52
100878	Vaso sanitário sifonado com caixa acoplada, louça branca - padrão alto - fornecimento e instalação. AF_01/2020	UN	1,000	677,80	677,80
86895	Bancada de granito cinza polido, 3x0,5 para lavatório - fornecimento e instalação. AF_01/2020	M ²	3,440	R\$ 618,93	R\$ 2.129,12
86901	Cuba de embutir oval em louça branca, 35 x 50cm ou equivalente - fornecimento e instalação. AF_01/2020	UN	3,000	R\$ 227,76	R\$ 683,28

86929	Tanque de mármore sintético suspenso, 22L ou equivalente, incluso sifão flexível em PVC, válvula plástica e torneira de metal cromado padrão popular - fornecimento e instalação. AF_01/2020	UN	1,000	R\$ 364,32	R\$ 364,32
8	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS				R\$ 9.014,57
93142	Ponto de tomada residencial incluindo tomada (2 módulos) 10A/250V, caixa elétrica, eletroduto, cabo, rasgo, quebra e chumbamento. Af_01/2016	UN	20,000	R\$ 222,85	R\$ 4.457,00
93128	Ponto De Iluminação Residencial Incluindo Interruptor Simples, Caixa Elétrica, Eletroduto, Cabo, Rasgo, Quebra E Chumbamento (Excluindo Luminária E Lâmpada). AF_01/2016	UN	12,000	R\$ 224,18	R\$ 2.690,16
101536	Entrada de energia elétrica, aérea, trifásica, com caixa de embutir, cabo de 35 mm ² e disjuntor DIN 50a (não inclusa mureta de alvenaria). AF_07/2020 (adaptada)	UN	1,000	R\$ 1.867,41	R\$ 1.867,41
9	INSTALAÇÕES ÁGUA FRIA				R\$ 2.229,25
89957	Ponto de consumo terminal de água fria (subramal) com tubulação de PVC, DN 25 MM, instalado em ramal de água, inclusos rasgo e chumbamento em alvenaria. AF_12/2014	UN	8,000	R\$ 190,29	R\$ 1.522,32
97741	Kit cavalete para medição de água - entrada individualizada, em PVC DN 25 (3/4"), para 1 medidor – fornecimento e instalação (exclusive hidrômetro, incl. caixa água). AF_11/2016	UN	1,000	R\$ 706,93	R\$ 706,93
10	INSTALAÇÕES ESGOTO				R\$ 1.091,93
93350	Coletor predial de esgoto, da caixa até a rede (distância = 10 m, largura da vala = 0,65 M)	UN	1,000	R\$ 1.091,93	R\$ 1.091,93
11	COBERTURA				R\$ 15.255,93
92548	Fabricação e instalação de tesoura inteira em madeira não aparelhada, vão de 6 m, para telha cerâmica ou de concreto, incluso içamento. AF_07/2019	UN	4,000	R\$ 881,35	R\$ 3.525,40
100360	Fabricação e instalação de meia tesoura de madeira não aparelhada, com vão de 6 m, para telha cerâmica ou de concreto, incluso içamento. AF_07/2019	UN	4,000	R\$ 884,93	R\$ 3.539,72
92542	Trama de madeira composta por ripas, caibros e terças para telhados de mais que 2 águas para telha cerâmica capa-canal, incluso transporte vertical. AF_07/2019	M ²	79,825	R\$ 52,98	R\$ 4.228,82
94195	Telhamento com telha cerâmica de encaixe, tipo portuguesa, com até 2 águas, incluso transporte vertical. AF_07/2019	M ²	79,825	R\$ 49,63	R\$ 3.961,99
12	INSTALAÇÕES DRENAGEM				R\$ 2.394,75
12.1	Drenagem de cobertura	M ²	79,825	R\$ 30,00	R\$ 2.394,75
14	TOTAL				R\$ 136.209,34

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção introduziu vários métodos de construção de edifícios. Essas técnicas passaram por diversas melhorias, que abriram caminho para maior durabilidade e minimização dos esforços de manutenção. Um dos métodos de construção mais populares usados na construção de casas e edifícios altos e pesados é a alvenaria. Entretanto, a área da construção cível tem acompanhando as mudanças do mercado e as tendências atuais onde o foco na construção sustentável cresce significativamente, a utilização de métodos que reduzam a geração de resíduos e gastos de energia, tornando-se cada vez mais frequente na construção civil. Uma alternativa apresentada nesse estudo é o sistema monolítico de EPS, que se mostra como uma opção vantajosa em construções inovadoras, uma vez que o poliestireno expandido é 100% reciclável e reutilizável. Com seu uso diminui o consumo de água e energia desde sua fabricação até sua execução e diminui a geração de resíduos para natureza.

Observou-se que o método de painéis monolíticos de poliestireno (EPS), é um sistema inovador no Brasil, que pode substituir as paredes convencionais, por se tratar de um sistema pré-fabricado, modular, leve, composto de poliestireno expandido EPS, possibilitando um novo e avançado sistema construtivo. Ao sintetizar as vantagens do sistema tradicional e pré-fabricados, verifica-se, principalmente, a dispensa de vigas e pilares, e rebocados em argamassa estrutural, gerando economia de matérias e, principalmente, tempo, que pode chegar a uma diferença de até 40% menor em relação à alvenaria. Outro ponto positivo do EPS é sua baixa absorção de água.

Porém, como todo sistema construtivo que foge ao tradicional sistema de alvenaria no Brasil, esse método ainda necessita de divulgação de seus benefícios no mercado. Além disso, existem alguns problemas em relação a seu tempo de durabilidade. Os limites de idade do EPS não são conhecidos, mas entende-se que o material tem grande durabilidade, pois mantém suas propriedades invictas ao longo dos anos.

Já em relação à alvenaria, seus benefícios, quando comparados ao sistema EPS, são ligados principalmente ao mercado, o baixo custo unitário inicial, devido à abundância de seus materiais e fabricação simples, e a facilidade de obtenção de mão de obra, além da excelente resistência mecânica. Contudo, destacam-se problemas inerentes a esse tipo construtivo: desperdício de materiais; seu sistema totalmente artesanal, caracterizada por um ritmo muito mais lento e menos método produtivo; armazenamento de materiais que ocupa

muito espaço, reduzindo a taxa de mobilidade no trabalho; e especialmente as grandes quantidades de detritos gerados, problemas com disposição de detritos sólidos, e a utilização de água e energia desde sua fabricação até a execução. A construção em alvenaria envolve materiais pesados, como tijolos, pedras e blocos de concreto, que muitas vezes não podem ser transportados em veículos tradicionais e, em alguns casos, devem ser encomendados. A estabilidade das estruturas de alvenaria depende inteiramente da sua fundação, que em caso de problemas estruturais, é provável que ocorram trincas e as mesmas devem ser reparadas para evitar infiltrações de umidade e danos. As atividades de alvenaria não podem ser executadas em condições de chuva forte ou frio, pois a argamassa será severamente afetada. A construção em alvenaria requer muito tempo e amplo planejamento do projeto dependendo do tipo de alvenaria, mão de obra específica também pode ser essencial. Ainda, as perdas nesse sistema construtivo englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e que não agregam valor.

Ao comparar os sistemas EPS com o sistema tradicional de alvenaria, verificou-se que os custos não foram consideravelmente discrepantes, sendo que o custo final da mesma obra em alvenaria teve um custo calculado menor que o EPS. No método EPS, mesmo sendo necessária uma mão de obra um pouco mais especializada para a sua execução, o custo dessa etapa foi mais baixo que no método convencional, com total de R\$34.304,58. Sendo que o custo total da obra foi de R\$144.425,50. No sistema tradicional de alvenaria, o custo de mão de obra calculada foi de R\$52.245,00. Já o custo total apurado no sistema de alvenaria teve um total de R\$ 136.209,34. Conforme observações in loco, a diferença de custo de mão de obra se deu em função do menor tempo de obra, e alta produtividade decorrente da utilização do sistema EPS.

Por fim, tem-se que a escolha de um método construtivo deve ser baseada em outros critérios que não apenas custos. O tempo de obra e os benefícios posteriores que a construção irá oferecer também são fatores que devem ser considerados para essa escolha. Conclui-se, então, que este sistema EPS é economicamente viável para a construção de habitação, por suas vantagens térmicas, acústicas e, especialmente, os predicados sustentáveis do método.

REFERENCIAS

APL. **Fundação radier**: como funciona e quais são os seus benefícios. 2019. Disponível em:< <https://blog.apl.eng.br/fundacao-radier-como-funciona-e-quais-sao-os-seus-beneficios/>> acesso em: jan. 2023.

ARAÚJO, I.; PEREIRA, I.; PINHEIRO, E. Estudo do processo construtivo de um protótipo que servirá como base para uma residência unifamiliar utilizando painel monolítico em Manaus/Amazonas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8, n.11, 2022, p.70502-70521. Disponível em:< <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/54345/40212> > acesso em: jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO - ABRAPEX. **Manual de Utilização EPS na Construção Civil**. Pini, São Paulo: 2006.

BARBOSA, E. M. L. **Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall**. Minas Gerais, 2015. Disponível em:file:///C:/Users/PC/Downloads/elcivone-maria-de-lima-barbosa-918151415%20(1).pdf> acesso em: jan. 2023.

BERTOLDI, R. H; 2007 Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis. Dissertação [Mestrado] Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. Disponível em:< <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/89757?locale-attribute=en>> acesso em: jan. 2023.

BMTPC. Monolithic Insulated Concrete System (MICS). Building Materials & Technology Promotion Council Ministry of Housing & Urban Poverty Alleviation Government of India, 2018. Disponível em:< [//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bmtpc.org/DataFiles/CMS/file/PDF_Files/51_PA_C_MICS.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://bmtpc.org/DataFiles/CMS/file/PDF_Files/51_PA_C_MICS.pdf)> acesso em: jan. 2013.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **PIB da construção fecha o ano com crescimento de 9,7%, a maior alta em 11 anos**. 2022. Disponível em:< <https://cbic.org.br/pib-da-construcao-fecha-o-ano-com-crescimento-de-97-a-maior-alta-em-11-anos/#:~:text=Conforme%20os%20dados%20do%20Novo,347.730%20novos%20empregos%20foram%20criados.>> acesso em: jan. 2023.

CENTRAL BUILDING RESEARCH INSTITUTE - CSRI. **Manual for Expanded Polystyrene (EPS) Core Panel System and its field Application**. 2017. Disponível em:< [//efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bmtpc.org/DataFiles/CMS/file/PDF_Files/Manual_EPS.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.bmtpc.org/DataFiles/CMS/file/PDF_Files/Manual_EPS.pdf) > acesso em: jan. 2023.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. Fortaleza: UEC, 2005.

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

Dissertação [Mestrado]. Pós Graduação Engenharia Civil. UNISINOS, 2017. <
/efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/6698/Andréia%20Grasiela%20Führ_.pdf?sequence=1&isAllowed=y.> acesso em: jan. 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2006.

GOMES, Jefferson; LACERDA, Juliana. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do Estado da Arte. **E-Tech - Tecnologias para Competitividade Industrial**, Florianópolis, v. 7, n. 2, 2014. Disponível em:<
https://pt.scribd.com/document/375733878/UMA-VISAO-MAIS-SUSTENTAVEL-pdf > acesso em: jan. 2023.

GOMES, J.; OLIVEIRA, L.; GOMES, O. O sistema construtivo em painel monolítico de EPS: estudo do processo executivo. **Repositório ANIMA**, 2021. Disponível em:<
/efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/19366/1/Construção_em_EPS.pdf > acesso em: jan. 2021.

GOULART, L.; SOARES JUNIOR, G.; RODRIGUES, V. Sistema construtivo monolítico em EPS. In: I Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar. Pesquisa UNIFENAS, 2018. Disponível em:< file:///C:/Users/User/Downloads/admin,+EC06.pdf> acesso em: jan. 2023.

GOLDMAN, Pedrinho. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira.** 4ª ed. São Paulo: Ed. Pini, 2004.

GONZALES, Marco Aurélio. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras.** São Leopoldo: Universidade do Vale dos Sinos, 2008. 49 f. Contêm instruções para as aulas de Engenharia Civil – Planejamento e Orçamentos. Apostila. Disponível em:<
http://engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoeseorçamentoeplanejamento deobras.pdf> acesso em: jan. 2023.

ISOALFA. **Painéis monolíticos em EPS.** 2022. Disponível em:<
https://isoalfa.com.br/paineis-monoliticos/> acesso em: jan. 2023.

ISOFRIO. Tutorial de como construir lajes com EPS. 2006. Disponível em:<
https://www.youtube.com/watch?v=msYz85rOsw > acesso em: jan. 2023.

KANUF ISOPOR. **Tudo sobre reciclagem de isopor.** E-Book. 2002. Disponível em:
</efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.mundoisopor.com.br/downloads/e-book-reciclagem-isopor.pdf> acesso em: jan. 2023.

LABUTO, Leonardo. **Parede seca** – sistema construtivo de fechamento em estrutura de Drywall. Monografia [Pós-Graduação] Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Especialização em Construção Civil. 2014. Disponível em:<
http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/124.pdf > acesso em: jan. 2023.

MATOS, E.; PINTO, W.; SILVA, L. Empreendedorismo no setor da construção Civil: uma revisão sistemática de literatura. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, p. 154-165, 2022.

Disponível em:<

file:///C:/Users/User/OneDrive/Documents/Engenharia%20cicil%20bechmarketing%20Luiza/1960-3774-1-PB.pdf> acesso em: jan. 2023.

OLIVEIRA, Maxwell Ferreira de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração** / Maxwell Ferreira de Oliveira. -- Catalão: UFG, 2011.

OLIVEIRA, Quésia. **Sistema construtivo em alvenaria estrutural**. Dissertação [Graduação] Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil. 2016. Disponível em:< <http://pensaracademico.facig.edu.br/index.php/repositoriottcc/article/viewFile/646/557>> acesso em: jan. 2023.

OLIVEIRA, H.; MOTA, O.; PINTO, F. FONTINELES, F.; SANTAREM, S.; ALENCAR, D.; MAIA, D. Descriptive Analysis of Advantages and Disadvantages of Expanded Polystyrene Monolytic Panels – EPS. *International Journal for Innovation Education and Research*, v. 7, n. 11, 2019, pp. 157 -168. Disponível em:< <file:///C:/Users/User/Downloads/editor,+PB-1867.pdf>> acesso em: jan. 2023.

ORÇATI, M. ICF - Sistema de fôrmas termoacústicas de EPS para paredes autoportantes de concreto. 2016. Disponível em:< <https://pt.linkedin.com/pulse/icf-sistema-de-f%C3%B4rmas-termoac%C3%BAsticas-eps-para-paredes-or%C3%A7ati> > acesso em: jan. 2023.

PARSEKIAN, Guilherme Aris; SOARES, Márcia Melo. **Alvenaria Estrutural em Blocos Cerâmicos – Projeto, Execução e Controle**. São Paulo: Nome da Rosa, 2010.

SANTOS, Sebastião. **Contabilidade**. São Paulo: Person Education do Brasil. 2014

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Construção civil no Brasil: uma análise do mercado para 2022**. 2022. Disponível em:< <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/construcao-civil-no-brasil-uma-analise-do-mercado-para-2022,f178e360b0222810VgnVCM100000d701210aRCRD>> cesso em: jan. 2023.

SILVA, J.; GUIMARÃES, L.; VAZ, Y. Abordagem Teórica Sobre Construções com Poliestireno Expandido (EPS). **RUNA - Repositório Universitário da Ânima**. Especialização Engenharia Civil UNA Catalão. 2021. Disponível em:< <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/17287> > acesso em: jan. 2021.

TERMOTÉCNICA. **Sistema construtivo de EPS garante obras rápidas e resistentes**. 2018. Disponível em:< <https://www.aecweb.com.br/empresa/termotecnica-ltda/9688/conteudo/sistema-construtivo-de-eps-garante-obras-rapidas-e-resistentes/11563>> acesso em: jan. 2023.