ISSN: 2674-9270
Volume. 7, n. 1, jan./jul. 2025

ARTIGO

Recital
Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG.

Análise comparativa entre o sistema monolítico em painéis de EPS e o sistema convencional: estudo de caso para uma residência em Januária-MG

Jandson Natan Praes Silva
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
E-mail: natan.praes@gmail.com

Lara Fernanda Nunes Dourado
Instituto Federal do Maranhão
E-mail: lara.dourado@ifma.edu.br

Karla Ulisses Lima
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
E-mail: karla.lima@ifnmg.edu.br

Jussara Cruz Nascimento
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
E-mail: jussara.nascimento@ifnmg.edu.br

DOI: *https://doi.org/10.46636/recital.v7i1.591*

Recebido: *05 Jul. 2024*
Aceito: *07 Mar.2025*

Como citar este artigo: SILVA, Jandson Natan Praes; DOURADO, Lara Fernanda Nunes; LIMA, Karla Ulisses; NASCIMENTO, Jussara Cruz. Análise comparativa entre o sistema monolítico em painéis de EPS e o sistema convencional: estudo de caso para uma residência em Januária-MG. **Recital - Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 7, n. 1, p. 36–50, 2025. DOI: 10.46636/recital.v7i1.591. Disponível em: https://recital.almenara.ifnmg.edu.br/recital/article/view/591.

Está obra está licenciada sobre uma Creative Commons Attribution 4.0 International License. Nenhuma parte desta revista poderá ser reproduzida ou transmitida, para propósitos comerciais, sem permissão por escrito. Para outros propósitos, a reprodução deve ser devidamente referenciada. Os conceitos emitidos em artigos assinados são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

Análise comparativa entre o sistema monolítico em painéis de EPS e o sistema convencional: Estudo de caso para uma residência em Januária-MG

RESUMO

A construção civil busca implementar novas tecnologias que atendam às demandas do mercado e reduzam os custos, sem prejudicar o desempenho e o conforto de uma construção. Nesse sentido, destaca-se uma das tecnologias da construção civil disponíveis, o sistema monolítico de Poliestireno Expandido (EPS), técnica de vedação estrutural na qual se utilizam placas pré-fabricadas de EPS revestidas por argamassa estrutural e apresenta-se como uma alternativa para substituir os sistemas convencionais de vedação e estrutural, composto por alvenaria de blocos cerâmicos e estruturas de concreto armado. Sendo assim, o presente trabalho consiste na comparação desses dois diferentes modelos construtivos, comparando seus custos diretos e de transporte, além do tempo de execução, tendo como referência uma residência popular unifamiliar construída na cidade de Januária-MG. Partindo da comparação orçamentária e do cronograma de execução, os resultados obtidos apontam que o sistema convencional apresenta o melhor custo de implantação, enquanto o sistema utilizando painéis monolíticos de EPS apresenta o menor prazo de execução.

Palavras-chave: Habitação popular unifamiliar. Orçamento. Cronograma de obra.

Comparative analysis between the monolithic system in EPS panels and the conventional system: case study for a residence in Januária- MG

ABSTRACT

Civil construction seeks to implement new technologies that meet market demands and reduce costs, without compromising the performance and comfort of a building. In this sense, it stands out one of the available civil construction technologies, the monolithic Expanded Polystyrene (EPS) system, a structural sealing technique in which prefabricated EPS plates coated with structural mortar are used and it presents itself as an alternative for replace conventional sealing and structural systems, consisting of ceramic block masonry and reinforced concrete structures. Therefore, the present work consists of comparing these two different construction models, comparing their direct and transport costs, in addition to execution time, using as a reference a popular single-family residence built in the city of Januária-MG. Starting from the budget comparison and execution schedule, the results obtained indicate that the conventional system presents the best implementation cost, while the system using monolithic EPS panels presents the shortest execution time.

Keywords: Popular single-family housing. Budget. Construction schedule.

INTRODUÇÃO

A construção civil necessita desenvolver novas tecnologias que permitam edificações que atendam aos requisitos de desempenho e conforto, ao mesmo tempo que ofereçam soluções mais rápidas e econômicas. Nesse sentido, a inserção de novos processos construtivos que possibilitem a produtividade e redução de custos contribui para o crescimento do setor.

O sistema convencional de construção é composto por alvenaria de blocos cerâmicos e estrutura em concreto armado. Por se tratar de um método tradicional, seus materiais possuem baixo custo e são fáceis de encontrar no mercado nacional. Apesar do baixo valor econômico, esse método oferece um resultado final de boa resistência, bom desempenho térmico e acústico.

Desde 4.000 anos antes de Cristo (a.C.), a alvenaria já era empregada na construção. O processo passou por uma grande evolução e o que antes era composto apenas por tijolos de argila, nos dias atuais contempla principalmente os blocos industrializados de concreto e cerâmica. Acrescenta-se ainda o concreto armado na composição das estruturas, que é o tipo construtivo mais utilizado no Brasil (Affonso *et al*., 2023).

De acordo com Bertoldi (2007), o método empregando painéis em EPS chegou ao Brasil na década de 1990, quando foi submetido a análises de pesquisa pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Atualmente, o sistema já conta com regulamentação específica do Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SiNAT) e com empresas especializadas que fornecem material específico.

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo comparativo entre o sistema de painéis monolíticos de EPS e o sistema construtivo convencional, analisando a viabilidade para construção de uma residência popular unifamiliar situada na cidade de Januária - Minas Gerais, utilizando-se como parâmetro as composições orçamentárias e o cronograma de execução dos dois sistemas.

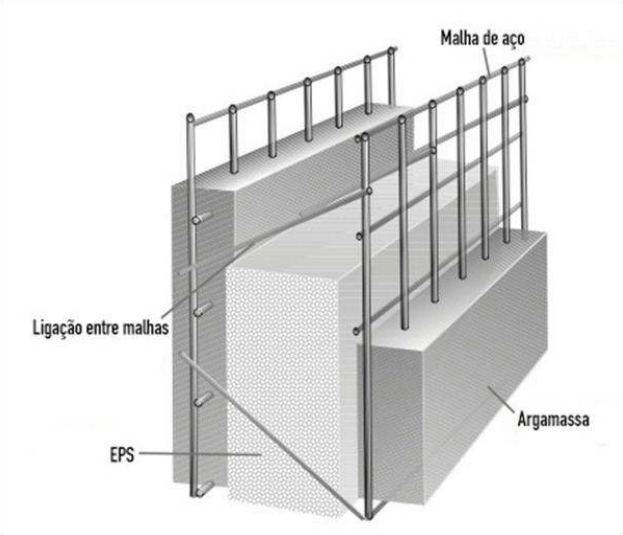
REFERENCIAL TEÓRICO

Painéis monolíticos em EPS

O painel monolítico em EPS tem formato conhecido como “sistema sanduíche” que consiste basicamente em duas placas feitas de um material resistente, intercaladas por uma camada de outro material, em geral de baixa densidade e resistência inferior à das placas. A resistência à flexão desse conjunto é consideravelmente maior que a de uma placa maciça, do mesmo material e do mesmo peso que as duas placas externas (Bertini, 2002; Affonso *et al*., 2023).

No sistema monolítico em EPS, as placas pré-fabricadas possuem em seu núcleo o EPS, e em suas faces externas possuem telas de aços eletrossoldadas que são revestidas por argamassa estrutural, como é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Composição de um sistema monolítico em EPS



Fonte: Grupo Isorecort (2016).

O revestimento de argamassa estrutural sobre as malhas de aço é essencial, pois esse material garante a resistência mecânica atribuída à característica autoportante dos painéis de EPS. Sendo assim, torna-se um material capaz de substituir a alvenaria e os elementos estruturais (Affonso *et al*., 2023; Azevêdo, Souza, 2023).

O sistema convencional de vedação

As edificações em alvenaria fazem parte da história da civilização, construções de pedras e tijolos permanecem de pé após milhares de anos, reforçando a eficiência e durabilidade, e principalmente a aceitação desse sistema. As construções em alvenaria de vedação e concreto armado estão entre as mais aceitas pela sociedade (Duarte, 1999).

O método mais usual no Brasil para construção de edificações é a alvenaria de blocos cerâmicos junto com a estrutura de concreto armado, pois é um método tradicional da cultura habitacional brasileira. Os materiais principais, apesar de simples, como cimento, blocos e aço, geram custos onerosos somados ainda com os gastos com mão de obra de baixa produtividade (Ramalho; Corrêa, 2003).

A alvenaria de vedação tem o objetivo de vedar o espaço compreendido entre elementos estruturais de uma edificação fazendo a divisão, a proteção e o isolamento de cômodos entre si e entre o ambiente, o que faz com que esse modelo de vedação seja muito eficiente internamente e externamente (Cassar, 2018).

O tijolo cerâmico é o elemento principal de uma alvenaria de vedação e, de acordo com Brock (1994), é o produto manufaturado utilizado na construção civil mais antigo até os dias de hoje. Seus diferentes modelos e proporções são padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 15270-1: 2017 – Blocos Cerâmicos para Alvenaria de Vedação.

Faz parte da estrutura de uma edificação os elementos resistentes, responsáveis pela transmissão das cargas ao solo. Esses elementos estruturais são: laje, vigas, pilares e fundação. O material mais usual no Brasil para compor tais elementos é o concreto armado, que utiliza a junção das propriedades do concreto e da armação para resistir às solicitações com eficácia (Botelho, 2015).

Comparativo do uso de painéis monolíticos de EPS e o sistema de vedação convencional

No que diz respeito às características dos dois métodos construtivos estudados, Azevêdo e Souza (2023) afirmam que a alvenaria convencional apresenta algumas vantagens em relação aos painéis monolíticos, como: maior resistência ao fogo, menor custo inicial, melhor aceitação do mercado e melhor adaptação da mão de obra. Entretanto, os painéis em EPS oferecem melhor isolamento térmico, construção mais leve e mais rápida, menor custo final da obra, menor desperdício de materiais, reforçando sua sustentabilidade e embora, seja um mercado ainda restrito, o método se encontra em ascensão.

Correa (2020), ao realizar um estudo comparando o isolamento acústico entre os dois sistemas construtivos, considerou em seu método uma parede feita em alvenaria de vedação usando tijolo cerâmico com espessura de 15 cm (9 cm do tijolo + 6 cm de revestimento) e uma parede feita com painéis de EPS com espessura de 14 cm (8 cm de EPS + 6 cm de argamassa estrutural). Em ambos os casos avaliados obteve-se um Índice de Isolação Sonora (Rw) igual a 38 dB. O painel apresentou uma pequena vantagem em relação à parede de alvenaria, pois alcançou o mesmo resultado no índice de redução sonora com 1cm a menos na espessura da parede.

Novais *et al.* (2014), realizaram uma pesquisa comparando o desempenho térmico entre o sistema de vedação em EPS e o sistema de vedação convencional. Aferiu-se, por meio de um termômetro de infravermelho, as temperaturas superficiais das paredes internas. A coleta dos dados se deu em três alturas diferentes (0,8 m, 1,4 m e 2,2 m) e em três horários diferentes (8:00, 14:00 e 18:00 horas). Através da análise dos dados obtidos por Novais *et al*. (2014), ficou explícito que, com relação ao conforto térmico, o sistema de vedação em EPS se mostra mais eficiente do que o sistema de vedação utilizando bloco cerâmico.

Para além das características do uso desses sistemas, é necessário observar a viabilidade de aplicação de um sistema na construção civil observando outros parâmetros, como, por exemplo, os custos e o tempo de execução.

Orçamentos e cronogramas na construção civil

De acordo com a ABNT NBR 12721 - Avaliação de custos de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios (2006, p. 14), orçamento é um documento onde se registram as operações de cálculo de custo da construção, somando todas as despesas correspondentes à execução de todos os serviços previstos nas especificações técnicas e constantes na discriminação orçamentária.

Assim, a orçamentação significa o levantamento em detalhes de todos os serviços necessários à execução de um empreendimento, seja qual for o porte. Compreende-se o termo orçamentação como o procedimento para prever o custo de uma obra (Coêlho, 2016).

Para Bornia (2002), os custos diretos no campo da construção civil trata-se daqueles diretamente ligados ao produto, definidos pelos projetos e execução, e que possibilitem uma quantificação e especificação exata. Podem ser os custos de insumos, a mão de obra empregada ou ainda os equipamentos. Já os custos indiretos são aqueles que não podem ser facilmente atribuídos às unidades e, em sua grande maioria, dependem do prazo de produção. Os custos da administração de uma empresa responsável por um empreendimento na construção civil, mão de obra indireta e aluguel, são alguns exemplos de custos indiretos.

O controle e o planejamento da obra são primordiais para que o construtor realize uma gestão eficiente do seu projeto. Uma ferramenta bastante utilizada nesse processo é o cronograma que consiste na performance ilustrativa da execução, Sendo assim, a utilização de ferramentas como o cronograma de obras, além de gerar uma referência para o

acompanhamento de metas, também auxilia no comparativo de técnicas a serem utilizadas para verificar a duração de cada atividade (Mattos, 2019).

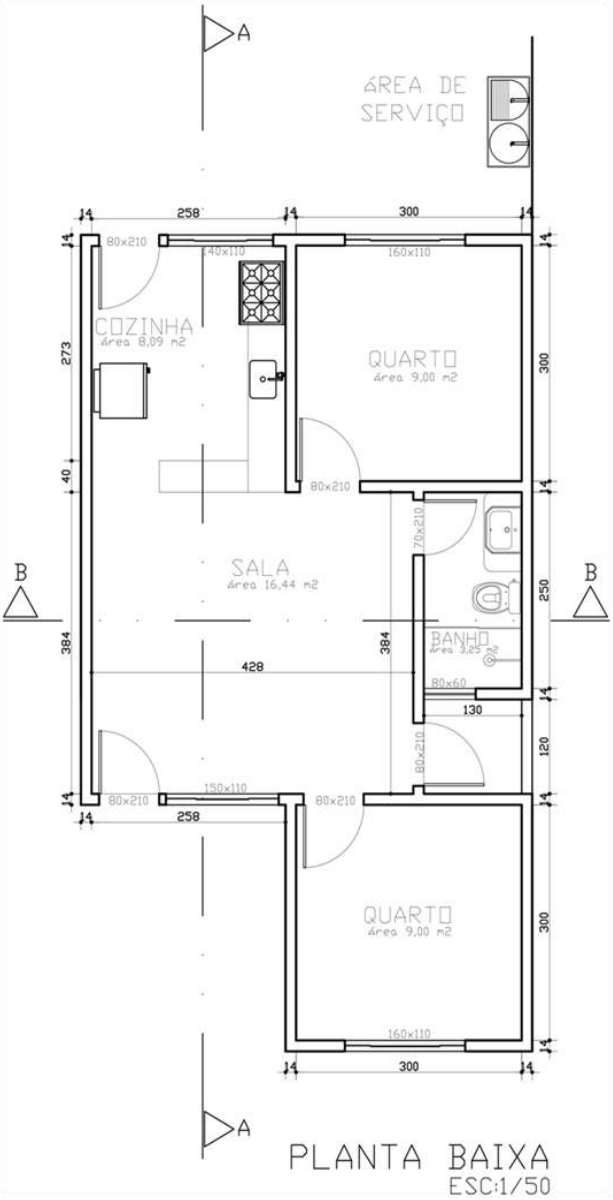
MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a análise comparativa indicada nesta pesquisa, utilizou-se o estudo de caso, cujo desenvolvimento se deu em duas etapas: composição de orçamento e cronograma de execução para o método do sistema monolítico em painéis de EPS, em específico para as etapas que se diferem entre os sistemas de vedação; e a segunda etapa se constituiu da análise comparativa dos métodos, utilizando orçamento e cronograma de execução do método convencional disponibilizados por uma empresa construtora situada em Januária e que executou a obra utilizando do sistema convencional.

Para a composição dos orçamentos, foi utilizado o projeto arquitetônico selecionado de uma residência popular unifamiliar, pavimento térreo, com área de 55,10 m², situada na cidade de Januária-MG, construída utilizando o sistema convencional. A Figura 2 apresenta a planta baixa da residência estudada que conta com dois quartos, um banheiro, sala conjugada com a cozinha, e uma área de serviço nos fundos.

O projeto apresentado na Figura 2 foi executado por uma construtora que atua no mercado de Januária-MG, em que um engenheiro civil acompanhou todas as etapas da construção, sendo que essa obra foi completamente acabada, pintada toda em branco e porta principal em vidro temperado. Além disso, está de acordo com o código de obras municipal e as normas técnicas vigentes, com projetos aprovados pela Prefeitura Municipal de Januária. Optou-se por uma casa de alvenaria convencional em que seus projetos já estivessem aprovados e executados na cidade de Januária-MG com a intenção de obter os custos diretos do plano e compará-los com os mesmos dados da residência, caso fosse construída por monopainéis de EPS.

Figura 2 - Planta baixa da residência.



Fonte: Construtora (2021).

Os custos dessa obra foram dispostos pelo engenheiro responsável em uma planilha disponibilizada junto ao projeto. Para o levantamento dos custos diretos da casa construída em alvenaria convencional, utilizou-se a planilha seguinte que, segundo o autor e responsável técnico pela obra, foi baseada no Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI), de onde foram retirados dados para complementar as composições de serviço e mão de obra. No entanto, os dados referentes aos materiais foram baseados nos preços locais, cotados entre os meses de dezembro de 2020 e maio de 2021. Devido à disponibilidade de todos os materiais na cidade, não houve custos de transporte para o orçamento.

Considerando a delimitação das fases comparadas, filtrou-se na planilha fornecida apenas as técnicas distintas aplicadas. Sendo assim, selecionaram-se somente as composições que estão compreendidas entre as fases de levantamento da alvenaria e a finalização do emboço no método convencional. Os quadros 1 e 2 mostram os itens filtrados de acordo com a restrição da pesquisa.

Quadro 1 - Composição dos itens para confecção das paredes em alvenaria.

Item	Código SINAPI	Sistema de Vedação (Paredes)
1		Descrição do Serviço
1.1	87503	Alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x19x19 cm (espessura 9 cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6 m² sem vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira.
1.2	93182	Verga pré-moldada para janelas com até 1,5 m de vão.
1.3	93183	Verga pré-moldada para janelas com mais de 1,5 m de vão.
1.4	93194	Contraverga pré-moldada para vãos de até 1,5 m de comprimento.
1.5	93195	Contraverga pré-moldada para vãos de mais de 1,5 m de comprimento.
1.6	93184	Verga pré-moldada para portas com até 1,5 m de vão.

Fonte: Adaptado de SINAPI (2020). Organização: Construtora (2022).

Quadro 2 - Composição dos itens para confecção das vigas e pilares em concreto armado.

Item	Código SINAPI	Descrição do Serviço
2		Superestrutura (Vigas e Pilares)
2.1	92265	Fabricação de fôrma para vigas, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm.
2.2	92263	Fabricação de fôrma para pilares e estruturas similares, em chapa de madeira compensada resinada, e = 17 mm.
2.3	92775	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 5 mm - montagem.
2.4	92777	Armação de pilar ou viga de uma estrutura convencional de concreto armado em uma edificação térrea ou sobrado utilizando aço ca-50 de 8 mm - montagem.
2.5	94964	Concreto fck = 20 MPa, traço 1:2,7:3 (cimento/ areia média/ brita 1) - preparo mecânico com betoneira 400 l.
2.6	92873	Lançamento com uso de baldes, adensamento e acabamento de concreto em estruturas.

Fonte: Adaptado de SINAPI (2020). Organização: Construtora (2022).

RESULTADOS

De acordo com os Quadros 1 e 2, a composição dos serviços referentes ao orçamento disponibilizado pela empresa de engenharia, que serviram como objetos de análise para comparação dos custos, pôde ser dividida em duas categorias: sistema de vedação que inclui paredes de tijolo cerâmico, além de vergas e contravergas para as demais esquadrias, e a superestrutura considerando apenas os pilares e vigas da casa.

O levantamento de quantitativo das paredes, incluindo platibandas e o seu orçamento, estão presentes na primeira categoria apresentada na planilha orçamentária da residência. Na Tabela 1, é possível conferir esses valores relacionados à alvenaria convencional. Os itens apresentados na tabela abaixo são referentes aos serviços descritos no Quadro 1 e apresentam somente os custos dos insumos que compõem esses serviços, desconsiderando o valor da mão de obra.

A quantidade de alvenaria levantada na planilha é de 185,90 m² e, para esse cálculo, a Construtora multiplicou todo o comprimento linear das paredes externas e internas do projeto pela altura do pé direito igual a 3,00 m, e ainda todo comprimento linear das paredes externas pela altura da platibanda igual a 1,20 m. A área dos vãos de portas e janelas é

descontada e há ainda um acréscimo em 10% do valor total encontrado, referente à perda do material. A área total dos vãos é de 17,06 m².

Tabela 1 - Orçamento dos insumos do sistema de vedação em tijolo cerâmico.

Item 1	Unidade	Quant.	Custo Unitário	Custo Total
1.1	m²	185,90	R$ 20,36	R$ 3.784,65
1.2	m	4,70	R$ 40,27	R$ 189,25
1.3	m	4,00	R$ 53,24	R$ 212,94
1.4	m	4,70	R$ 39,37	R$ 185,05
1.5	m	4,00	R$ 49,29	R$ 197,14
1.6	m	6,30	R$ 28,56	R$ 179,92
			Somatório total dos custos	R$ 4.748,95

Fonte: Construtora, 2022.

Através da tabela acima, pode-se compor o preço unitário da alvenaria por metro quadrado, sem considerar a mão de obra, baseada nos preços locais dos insumos (bloco cerâmico, areia, cimento) apresentando o custo de R$20,36/m². O custo total do serviço é obtido através da multiplicação do quantitativo pelo preço unitário, como exemplo da composição de serviço da alvenaria de vedação o custo total obtido é de R$3.784,65.

A soma dos itens 1.2 a 1.6 mostrados na Tabela 1 consiste no orçamento das vergas e contravergas para as janelas e as portas, de acordo com o tamanho de cada abertura. Esse quantitativo está em função do metro da dimensão horizontal dos vãos somados ao transpasse desses elementos construtivos. As vergas e as contravergas contabilizam o total de R$964,31. O custo total para a residência unifamiliar popular, considerando apenas o sistema de vedação com tijolos cerâmicos, ou seja, sem contabilizar a estrutura, é de R$4.749,96.

A Tabela 2 dispõe os quantitativos e os custos para confecção dos pilares e vigas de cobertura presentes no projeto estrutural da residência analisada, desconsiderando o valor da mão de obra. Os itens apresentados na tabela abaixo são referentes aos serviços descritos no Quadro 2.

Na etapa estrutural da construção da maneira convencional, tem-se a fabricação das fôrmas representadas (itens 2.1 e 2.2), armação de vigas e pilares (itens 2.3 e 2.4), fabricação do concreto (item 2.5) e, por fim, a concretagem desses elementos (item 2.6).

Tabela 2 - Orçamento dos insumos da superestrutura – vigas e pilares.

Item 2	Unidade	Quant.	Custo Unitário	Custo Total
2.1	m²	33,61	R$ 47,41	R$ 1.593,55
2.2	m²	30,50	R$ 74,51	R$ 2.272,68
2.3	kg	70,37	R$ 11,49	R$ 808,76
2.4	kg	146,96	R$ 11,58	R$ 1.702,00
2.5	m³	3,81	R$ 236,95	R$ 821,51
2.6	m³	3,81	R$ 0,00	R$ 0,00
			Somatório total dos custos	R$ 7.198,50

Fonte: Construtora, 2022.

Todo o quantitativo foi levantado pelo autor da planilha com auxílio do projeto estrutural no qual se fornece o detalhamento de todas as partes da estrutura, apresentando as dimensões das peças e demais medidas de referência.

Conforme a Tabela 2, foram utilizados 33,61 m² de formas para vigas e 30,50 m² de fôrmas para os pilares gerando custo total de fôrmas de R$3.866,23. Para a montagem das armaduras, obteve-se o custo de R$808,76 utilizando o aço CA-60 5mm utilizados na fabricação dos estribos e R$1.702,00 para as armaduras longitudinais utilizando aço CA-50 8 mm. Para o preparo de 3,814 m³ de concreto com resistência de 20 MPa usando a betoneira, o custo obtido foi de R$821,51. Por fim, o custo unitário e consequentemente o custo total do item 2.6 do quadro 2, lançamento do concreto, as fôrmas utilizando baldes adensamento e acabamento de concreto em estruturas não apresenta valores, já que a composição desse serviço inclui apenas horas de trabalho dos operários necessários, e o orçamento apresentado na Tabela 2 desconsidera esses custos. Contudo, todos os custos necessários para fabricação dos elementos estruturais do projeto totalizam R$7.198,50.

Fazendo o somatório dos custos totais encontrados na Tabela 1 para os serviços e insumos necessários para a vedação de blocos cerâmicos com os custos totais encontrados na Tabela 2 para confecção da estrutura de concreto armado, tem-se o custo total dos insumos para o sistema completo de R$11.947,47.

O cronograma de execução do sistema convencional foi elaborado a partir do orçamento analítico, em que adaptações foram feitas de modo que fossem consideradas apenas as composições de serviços apresentadas nos Quadros 1 e 2. Esse cronograma pode ser visualizado no Quadro 3 abaixo.

Quadro 3 - Cronograma de execução da obra – sistema convencional.

SERVIÇOS	SEMANA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Levantamento da alvenaria	■	■		■	■		■	■		
Execução de vergas e contravergas		■			■					
Fabricação de formas			■			■			■	■
Armação dos pilares e vigas			■			■			■	■
Concretagem			■			■			■	■

Fonte: Construtora (2021).

De acordo com o Quadro 3, pode-se observar a necessidade de 10 semanas para conclusão dos serviços compreendidos entre o levantamento da alvenaria e a concretagem dos elementos estruturais considerados. O cálculo do tempo de execução foi baseado em uma jornada de trabalho de 40 horas semanais.

A partir da mesma planilha orçamentária, elaboraram-se as Tabelas 3 e 4, contendo apenas os custos para a mão de obra dos serviços listados para as duas categorias que dividem o sistema convencional: a parte de vedação em tijolo cerâmico e a parte da superestrutura, incluindo pilares e vigas.

Tabela 3 - Orçamento da mão de obra do sistema de vedação em tijolo cerâmico.

Item 1	Unidade	Quant.	Custo Unitário	Custo Total
1.1	m²	185,90	R$ 33,69	R$ 6.262,65
1.2	m	4,70	R$ 2,84	R$ 13,37
1.3	m	4,00	R$ 2,98	R$ 11,92
1.4	m	4,70	R$ 3,46	R$ 16,25
1.5	m	4,00	R$ 2,98	R$ 11,92
1.6	m	6,30	R$ 3,76	R$ 23,67
			Somatório total dos custos	R$ 6.339,78

Fonte: Construtora (2022).

Tabela 4 - Orçamento da mão de obra da superestrutura – vigas e pilares.

Item 2	Unidade	Quant.	Custo Unitário	Custo Total
2.1	m²	33,61	R$ 25,78	R$ 866,55
2.2	m²	30,5	R$ 168,15	R$ 582,98
2.3	kg	70,37	R$ 5,53	R$ 389,27
2.4	kg	146,96	R$ 3,15	R$ 462,81
2.5	m³	3,814	R$ 57,16	R$ 198,17
2.6	m³	3,814	R$ 168,15	R$ 582,98
			Somatório total dos custos	R$ 3.470,03

Fonte: Construtora (2022).

Assim como nas Tabelas 1 e 2, os itens, unidades e quantitativo das Tabelas 3 e 4, são os mesmos. A diferença está nos custos unitários e nos custos totais que representam apenas a parcela da mão de obra necessária para execução dos serviços orçados. Na Tabela 3, o somatório do custo total da alvenaria do sistema convencional de construção é de R$6.339,78. Enquanto na Tabela 4, o somatório do custo total da superestrutura (pilares e vigas) é de R$3.470,03. Somando essas duas parcelas, obtém-se o custo total para mão de obra do sistema convencional, totalizando R$9.809,81.

Diferentemente da estrutura convencional em concreto armado, em que a quantificação dos insumos é baseada nos dados fornecidos pelo projeto estrutural, o sistema monolítico no Brasil carece de normas vigentes para o dimensionamento da estrutura, o que dificultaria o levantamento quantitativo dos materiais empregados. Com base nisso, uma empresa especializada nesse sistema foi consultada para elaboração do orçamento para construção do mesmo projeto em painéis monolíticos de EPS, obtendo-se assim um orçamento fidedigno para uma justa comparação entre os dados de ambos os processos construtivos.

A empresa fornecedora do orçamento está situada na cidade de Montes Claros-MG, localizada na região do Norte de Minas Gerais, a 169 km de Januária. Essa empresa fabrica e fornece as placas de EPS e demais materiais necessários para execução da técnica. A escolha dessa companhia se baseou na consolidação dela no mercado e também na localização, devido à proximidade com a cidade onde se encontra a edificação analisada.

O orçamento entregue pela empresa consultada contêm os valores dos painéis de EPS, além dos acessórios necessários como microfibra de polipropileno, aditivo para confecção do

chapisco e adesivo epóxi para fixação das esperas, incluindo também o valor do frete, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Orçamento dos insumos do Sistema Monolítico em EPS.

ITEM	QUANT.	VALOR UN.	VALOR TOTAL
Monopainel Painel	56	R$ 377,23	R$ 21.125,00
Monopainel Painel de Canto	2	R$ 447,00	R$ 894,00
Monopainel "U" p/ bordas	21	R$ 33,46	R$ 702,66
Monopainel "L" interno e externo	30	R$ 24,00	R$ 720,00
Monopainel "U" p/ aberturas e bordas	17	R$ 33,46	R$ 568,82
Monopainel "45°" p/ cantos e aberturas (int. e ext.)	64	R$ 3,18	R$ 203,52
Pacote 600g Microfibra de polipropileno 6mm 600 g/m³ de massa	19	R$ 17,08	R$ 324,52
Galão 18L de Aditivo p/ chapisco do EPS	6	R$ 126,80	R$ 760,80
Pacote 1kg de Adesivo epóxi p/ fixar esperas	2	R$ 43,47	R$ 86,94
VALOR TOTAL ACESSÓRIOS			R$ 2.195,00
VALOR TOTAL ADITIVOS			R$ 1.172,26
FRETE			R$ 2.000,00
VALOR TOTAL SEM IPI			R$ 27.386,26
VALOR TOTAL COM IPI 5%			R$ 28.696,96

Fonte: Empresa especialista em painéis de EPS (2021).

O valor orçado para o fornecimento de todos os insumos é de R$25.386,26. O frete até o local da obra é de R$2.000,00 totalizando R$27.386,26. Contudo, o valor total orçado contém um acréscimo de 5% sobre o valor dos insumos mais o custo do frete, devido ao Imposto sobre os Produtos Industrializados (IPI). Sendo assim, tem-se o valor global apresentado pela empresa de R$28.696,96.

A empresa não fornece a mão de obra necessária para execução da casa com a estrutura em EPS e, portanto, nenhum orçamento foi disponibilizado pela firma. No entanto, Costa (2020) desenvolveu um estudo analítico a respeito do andamento dos processos e das etapas da obra em ambos os métodos estudados baseado em uma casa residencial com área construída de 266,20 m² considerada de grande porte, feita em painéis monolíticos. Nessa análise, onfronta-se o tempo entre os métodos estudados, através do comparativo de cronograma físico de um mesmo projeto para ambos, sendo que, no sistema convencional, teria duração de 18 meses e o sistema monolítico em EPS uma extensão de 7 meses. Sendo assim, pode ser observada a diferença de 11 meses de uma técnica para outra, havendo uma redução de 61,11% no tempo de execução quando adotado o sistema monolítico.

Apesar de a empresa, fornecedora do orçamento dos painéis monolíticos de EPS para o presente estudo, não prover um cronograma para a execução da obra, foi recomendado pela companhia reduzir em até 60% dos valores previstos para a construção da residência utilizando o método convencional, para estimar a quantidade de mão de obra e o tempo de execução da obra quando se utiliza os monopainéis. Posto isso, com base nos estudos apresentados, em relação ao consumo de mão de obra e tempo de execução, elaborou-se um cronograma para o sistema em EPS, para que fosse possível realizar um comparativo entre a diferença de tempo dos dois métodos avaliados. Esse cronograma pode ser visto no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 - Cronograma de execução do Sistema Monolítico em EPS.

SERVIÇOS	SEMANA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Demarcação das esperas										
Montagem dos painéis										
Alinhamento e abertura dos vãos										

Fonte: Autoria própria

Para elaboração do cronograma de execução do Quadro 4 acima, foi considerada uma redução de 60% do cronograma de execução para o sistema convencional, uma vez que o recomendado pela empresa fornecedora do EPS se aproxima dos estudos citados acima, diminuindo o tempo de execução de 10 semanas para 4 semanas.

Tendo em vista que a jornada semanal de trabalho é de 40 horas, tem-se 160 horas necessárias para a conclusão de todos os serviços. De acordo com a planilha de orçamento fornecida pela construtora que executou o projeto da casa popular em estudo, o preço médio da hora de trabalho de um pedreiro é de R$20,00, enquanto o preço médio da hora de trabalho de um ajudante é R$15,00. Tomando esses custos como base, e considerando uma equipe composta por um pedreiro e um servente/ajudante, tem-se o custo total de mão de obra para concluir todos os serviços previstos no cronograma o valor de R$5.600,00.

Para a execução desse sistema monolítico, não há necessidade de uma mão de obra especializada, devido à facilidade no processo de construção. Junto ao orçamento entregue, foi fornecido também um manual de instruções explicando e exemplificando todas as etapas de execução do produto de forma simples e objetiva. Esse manual se torna um importante instrumento para o responsável técnico instruir a sua equipe.

Finalizada a análise orçamentária de ambas as técnicas construtivas, pode-se realizar comparativos entre os dois modais, considerando apenas o custo dos insumos, o sistema convencional teve um custo total de R$11.947,47, já o sistema monolítico em EPS foi de R$28.696,96. A análise dos custos com mão de obra apresenta um cenário no qual o sistema convencional teve um valor de R$9.809,81 e o monolítico em EPS R$5.600,00, e, quando se realiza a análise do custo global, os valores dos respectivos sistemas são de R$21.758,28 e R$34.296,96, sendo uma diferença de R$ 12.539,68 entre os modais, correspondente a um acréscimo de cerca de 57,63% quando adotado o Sistema Monolítico de EPS no lugar do Sistema Convencional.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com base nos custos dos insumos, da mão de obra e do transporte dos materiais dos orçamentos apresentados para as fases que diferem de um sistema para o outro, é possível perceber que uma residência popular unifamiliar utilizando o método convencional tem o custo final menor em torno de 57,63% para a cidade de Januária-MG. Grande parte dessa diferença está associada aos custos dos insumos de cada sistema, visto que o Sistema Monolítico em EPS demonstra mais que o dobro do valor necessário para adquirir os insumos do Sistema Convencional.

Essa diferença pode ser justificada pelo baixo custo dos materiais empregados para a técnica tradicional, principalmente os materiais empregados na fase de vedação. Por ser uma

etapa em que se apresenta maior quantitativo, os blocos de vedação de tijolos cerâmicos se destacam pelo menor preço por metro quadrado comparado aos painéis de EPS, que podem ter resultado um maior valor por metro quadrado devido às telas de aço que constituem as placas, representando uma parcela relevante do valor. O custo para o transporte dos materiais fornecidos pela empresa consultada também contribuiu consideravelmente para a diferença do custo final, representando cerca de 15,95% a mais neste valor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseando-se no comparativo entre os cronogramas de execução para cada modal construtivo, ficam perceptíveis as diferentes etapas entre os dois, em que o sistema monolítico em EPS possui o menor tempo de execução, reduzindo o cronograma de execução do sistema convencional em mais da metade, implicando diretamente na redução dos custos com mão de obra. Essa diferença no tempo pode ser explicada pelo fácil manuseio dos painéis, além das etapas de serviço que são puladas em relação ao sistema de construção convencional, como, por exemplo, a fabricação de fôrmas, confecção das armaduras de vigas e pilares, preparação e lançamento do concreto, pois se trata de uma estrutura autoportante.

A partir dos resultados apresentados, a construção de uma residência do mesmo padrão estudado se torna plausível, entretanto o sistema mais vantajoso para construções como essa dependerá dos critérios priorizados pelo proprietário. Em relação à economia, a melhor escolha é o sistema convencional, pois o menor custo final é evidente. Contudo, se o cliente preza pelo tempo, a solução mais interessante é optar pelo uso dos painéis monolíticos de EPS em que, apesar do alto custo inicial com os insumos, o tempo necessário para a mobilização de uma equipe de trabalhadores será menor. Sendo assim, economia e tempo são pilares fundamentais para definir a tecnologia mais vantajosa para o cliente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 12721**: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edifícios — Procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2006.

BERTINI, L. Estruturas tipo sanduíche com placas de argamassa projetada. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002.

BERTOLDI, R.H. **Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço: dois estudos de caso em Florianópolis**. 2007. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89757/241196.pdf?sequence=1. Acesso em: 12 de jan. 2022.

BORNIA, A. C. **Análise Gerencial de Custos em Empresas Modernas**. Porto Alegre, RS: Boockman, 2002.

BOTELHO, M. H.C. **Concreto Armado** – Eu te amo. 8. Ed. São Paulo: Blucher, 2015.

BROCK, L. The Contemporary Brick Wall. In: PROCEEDING OF INTERNATIONAL BRICK AND BLOCAK MANSORY CONFERENCE,10. 1994, Calgary - Canadá. **Anais**.Calgary: 1994, vol. 2, p. 857-865.

CASSAR, B. C. Análise Comparativa de Sistemas Construtivos para Empreendimentos Habitacionais: Alvenaria Convencional X Light Steel Frame. 2018. 108 f. **Monografia** (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

COÊLHO, R. S. de A. **Orçamento de obras na construção civil.** São Luís: Edição do Autor, 2016. 354 p.

CORREA, I. C. **Estudo Comparativo entre Sistemas Monolíticos em Painéis EPSe Sistema Construtivo Convencional para Residências Unifamiliares**. 2020. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2020.

DUARTE, R. B. **Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural.** Porto Alegre, RS: Anicer, 1999.

MATTOS, A. D. **Como Preparar Orçamentos de Obras**. 3 ed. São Paulo: Pini, 2019.

NOVAIS, J. W. Z.; OLIVEIRA, E. V. ; JOAQUIM, T. D. ; LEAL, L. A. ; NOGUEIRA, M. C. J. A. ; SANCHES, L. Comparação do Desempenho Térmico de Painéis em EPS como Alternativa aos Tijolos Cerâmicos no Conforto Térmico de Residências em Cuiabá-MT. **UNOPAR Científica**. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 13, p. 39-43, 2014.

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

Editores do artigo

Jandresson Dias Pires e Mariana Mapelli de Paiva