

## **ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E O SISTEMA CONSTRUTIVO EM EPS**

Gabriel Guedes Silveira

*Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (mindzmcrap@gmail.com)*

Luan Gustavo Sampaio de Oliveira

*Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (luangso@hotmail.com)*

Matheus Alencar Arruda

*Bacharelando do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (matheusalencar110@gmail.com)*

Mylena de Castro Ávila

*Bacharelanda do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (mylena\_avila@hotmail.com)*

Kíria Nery Alves do Espírito Santos Gomes

*Professora Mestra do Curso de Engenharia Civil da UniEVANGÉLICA (kiriagomes@gmail.com)*

### **RESUMO**

A busca por novas tecnologias no mercado da construção civil tem como cerne o alcance de vantagens atrelado principalmente ao aumento da produtividade e a diminuição da mão-de-obra. Levando em conta a necessidade de diminuir os malefícios dos métodos convencionais e conscientizar sobre outro procedimento para se erguer uma estrutura, este trabalho mostrará um comparativo entre o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em EPS, nos quesitos econômicos, qualitativos e tempo de execução. Atualmente, o sistema convencional é o sistema construtivo mais utilizado no Brasil, por utilizar de matéria-prima com grande disponibilidade, e da facilidade de se encontrar mão de obra para sua execução. O sistema construtivo monolítico é aquele que proporciona a construção de uma casa ou edifício de até quatro andares sem a exigência de vigas e pilares, pois a própria composição do sistema proporciona a sustentação da edificação, transferindo as cargas igualmente para as fundações. Este estudo tem como objetivo analisar e avaliar o custo de construção de uma residência unifamiliar térrea com padrão baixo (R-1), comparando o mesmo projeto realizado para um sistema construtivo convencional e um sistema construtivo em EPS, através da elaboração de orçamentos detalhados para cada sistema. O sistema monolítico apresentou um maior custo na etapa de estrutura/vedação, pois devido a falta de variedade de fornecedores, o custo dos materiais ficou acima em comparação ao sistema convencional, porém apresentou uma maior redução na duração com 10 dias úteis necessários para sua execução, sendo 20 dias úteis a menos que o sistema convencional que necessitou de 30 dias úteis para sua execução. No entanto, por se tratar de uma habitação unifamiliar de baixo padrão, tal sistema inovador não se mostrou tão interessante devido ao custo alto dos materiais e também por não ser normatizado ainda. Entende-se que para estas habitações de interesse social, que muitas vezes não possuem margem de lucro alta quando comparadas a outros padrões de construção, a utilização destes sistemas em EPS é atrativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** inovação; convencional; EPS; orçamento.

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos convencionais, formados por paredes de vedação de cerâmica ou blocos de concreto e base estruturais de concreto, têm sido utilizados por milhares de anos, confirmado como um método construtivo seguro e confiável, mas que carrega algumas desvantagens patológicas, econômicas e ambientais (QUEIROZ, 2019).

A busca por novas tecnologias no mercado da construção civil tem como cerne o alcance de vantagens atrelado principalmente ao aumento da produtividade e a diminuição da mão-de-obra. Visa-se também o atual mercado, frente ao impacto que ela gera ao meio ambiente, tornando a preocupação por uma maior qualidade ao ambiente construído que gere o menor impacto possível, a fim de identificar novas possibilidades de materiais com baixo impacto ambiental no canteiro de obras (MORAES; BRASIL, 2015).

Em estudos desenvolvidos na Escola Politécnica da USP concluíram que as perdas de materiais chegam a 8% e as perdas financeiras, inclusive aquelas relativas a custos de retrabalhos, chegam a 30% (MATIAS; NUNES; CRUZ, 2018). Atualmente é possível realizar uma edificação de maneira mais leve e sustentável em relação ao método convencional sendo feito através do sistema monolítico em EPS (poliestireno expandido).

Levando em conta a necessidade de diminuir os malefícios dos métodos convencionais e conscientizar sobre outro procedimento para se erguer uma estrutura, este trabalho será um comparativo entre o sistema construtivo convencional e o sistema monolítico em EPS, demonstrando seus respectivos pontos positivos e negativos nos quesitos econômicos, qualitativos e tempo de execução, levando em conta a visão do amplo mercado e redução de impacto ao meio ambiente.

O presente trabalho será baseado em um estudo de caso sobre um projeto arquitetônico elaborado para uma construção no sistema convencional e para o sistema construtivo em EPS. Ademais, também foram realizadas pesquisas referentes ao tema a fim de se obter uma abrangência no conhecimento acerca do assunto em questão.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentados os assuntos relacionados a esta pesquisa, cujo foco é a avaliação das características dos sistemas de construção convencionais e em EPS e comparativo de custo das construções de ambas e também uma apresentação sobre planejamento de obras e suas características. Serão comparados apenas as etapas da estrutura e da vedação até o ponto de pré-acabamento da construção. Demais etapas como serviços preliminares, fundações, coberturas, revestimentos cerâmicos, pinturas e instalações não entrarão no quesito, pois para estas etapas, ambos métodos se igualam em termos de execução.

### 2.1 SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL

Há muito tempo, as paredes exerciam um papel estrutural nas edificações. Isto é, as paredes eram uma extensão da fundação e funcionavam como pilar e viga. Portanto, não poderiam ser derrubadas, o que limitava e muito as possibilidades de reforma. Além disso, um problema muito comum para as obras antigas no que diz respeito a este aspecto era o peso que a edificação gerava para as fundações (GONZAGA, 2021).

Com o advento do modernismo e da evolução da construção civil, as estruturas passaram a ser criadas de forma independente às paredes, agora chamada também de elemento de vedação. Foi essa a grande sacada que arquitetos e engenheiros tiveram, já no século XIX e evoluíram durante o século XX. Paredes de alvenaria se tornaram regra,

mas a alvenaria não é o único material que pode ser utilizado para a construção de paredes (GONZAGA, 2021).

A alvenaria convencional é o método construtivo mais antigo e o mais utilizado no Brasil seja em tijolos cerâmico ou concreto, e o que faz com que seja tão utilizado é o custo acessível de moradias feitas por essa técnica, pois poucos métodos construtivos conseguem apresentar alternativas tão viáveis quanto à alvenaria, como boa resistência, durabilidade e economia, fatores que são imprescindíveis na hora de construir ou reformar e que acabam por gerar insegurança na escolha por outro tipo de método construtivo (BERTOLDI, 2007).

Cruz, Barbosa e Castañon (2017) pontuam as principais vantagens e desvantagens do sistema construtivo convencional.

Vantagens:

- Boa estanqueidade da água;
- Boa resistência ao fogo;
- Grande durabilidade, comparada a outros materiais;
- Facilidade de produção, realizada *in loco*, no próprio canteiro de obras.

Em relação às desvantagens, são enfatizados os seguintes tópicos:

- Sistema tradicional (artesanal);
- Baixa produtividade;
- Maior quantidade mão de obra;
- Baixo nível de industrialização;
- Elevado tempo de construção.

### 2.1.1 Processo Construtivo

Um sistema construtivo conhecido como convencional, é aquele comumente utilizado no Brasil e composto por estruturas de pilares, vigas e lajes em concreto armado, isto é, concreto produzido *in loco* combinado com armaduras de aço, e alvenaria de blocos cerâmicos que são utilizadas para vedação nos vãos entre pilares nas edificações.

#### 2.1.1.1 Estrutura de Concreto Armado

Atualmente, o concreto armado é utilizado intensamente em obras com as mais variadas finalidades: habitacionais, comerciais e de infraestrutura. Em 2014, Mehta e Monteiro (2014) indicaram um consumo mundial de concreto na ordem de 19 bilhões de toneladas. Atribui-se este grande consumo a diversos fatores, sendo os principais a versatilidade de uso e a facilidade de obtenção dos componentes. Além disso, no estado endurecido, o concreto apresenta resistência similar a rochas naturais (MARCOLIN, 2006).

Os pilares são elementos da estrutura que estão alocados em eixo vertical reto, aprumados, a compressão se sobressai como força mais preponderante, estes componentes colaboram em todo o sistema de contraventamento garantindo a estabilidade da estrutura, e fazendo a condução dos esforços atuantes até a laje de fundação, de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014).

As Figuras 1 e 2 exibem como são feitas as montagens dos pilares, com sua forma pronta para ser preenchida em concreto armado, com suas ferragens e estribo para união das mesmas, e todos os elementos para garantir uma boa execução e funcionalidade.

Em tal sistema, as vigas são elementos que atuam basicamente na horizontal, são lineares, seu comprimento longitudinal deve ser no mínimo três vezes a maior dimensão da seção transversal, segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), conforme é mostrado na Figura 3. São responsáveis por receberem as cargas oriundas das lajes como também de outras

vigas, ocasionando a transferência destes esforços para os pilares, atuam também garantindo o contraventamento e estabilidade da edificação (BASTOS, 2006).

**Figura 1 – Montagem dos pilares**



FONTE: SABBATINI, et. al, 2007.

**Figura 2 – Fechamento das formas para concretagem**



FONTE: REVISTA CONSTRUA, 2021.

**Figura 3 – Vigas de Concreto Armado**



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

Para finalizar a composição do sistema de concreto armado são dispostas as lajes como é mostrado na Figura 4. São elementos planos, em geral horizontais, com duas dimensões muito maiores que a terceira (PINHEIRO; LIBÂNIO et al., 2003). A principal função delas é receber os carregamentos atuantes no andar, provenientes do uso da construção e transferi-los para as vigas, que transmitem para os pilares, até garantir a transferência de todos os esforços para a fundação. Segundo a sua forma de construção, as lajes podem ser moldadas no local ou pré-moldadas (SANTOS, 2002).

**Figura 4 – Lajes treliçadas com preenchimento de EPS**



FONTE: MANTURI, 2020.

#### 2.1.1.2 Alvenaria de vedação

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), o sistema em alvenaria convencional é composto por um conjunto de paredes que são montadas com blocos cerâmicos, sendo unidos por argamassa, estabelecendo a separação dos ambientes internos, isolamento interno da edificação do externo, também garantindo proteção térmica, acústica. Dispõe de resistência mecânica, resistência contra a água e o fogo, como é mostrado na Figura 5.

**Figura 5 - Alvenaria de vedação com blocos cerâmicos**



FONTE: PEREIRA, 2019.

#### 2.1.1.3 Revestimento

O revestimento é determinado por três camadas: chapisco, emboço e o reboco, conforme as Figuras 6, 7 e 8. Sendo executado com colher de pedreiro e despejado manualmente ou com a ajuda de uma peneira. Dessa forma, primeiro é realizado o chapisco, que tem a função de deixar a parede com melhor aderência para receber as próximas camadas, por isso, é deixado a parede áspera e apenas sendo respingado nessa primeira etapa (TREVEJO, 2018).

**Figura 6 – Aplicação de chapisco convencional**



FONTE: FIORITO, 2009.

**Figura 7 -Sarrafeamento do emboço entre as faixas-mestras**



FONTE: FIORITO, 2009.

**Figura 8 – Operação de reboco**



FONTE: LEMOS, 2010.

Em seguida é realizado a segunda etapa, o emboço, onde é iniciada a regularização da superfície, com a finalidade de aprumar, nivelar e preparar a parede para o assentamento de revestimentos cerâmicos, corrigindo assim, imperfeições que precisam ser corrigidas ainda nessa etapa (TREVEJO, 2018).

E por fim, a última camada que deve ser aplicada é o reboco, sendo uma aplicação mais fina e que deixará a superfície plana e lisa para a execução de trabalhos futuros, como

por exemplo, a pintura. O reboco deve ser aplicado somente após a pega do emboço, ou seja, após 24h de sua aplicação. As arestas deverão ter proteções e os locais com exposição direta ao sol também deverão ser protegidos, assim como os locais com muito vento. No reboco, não são toleradas imperfeições ou empenas (YAZIGI, 2009).

## 2.2 PLANEJAMENTO DE OBRAS

Nos últimos anos, a indústria da construção civil vem apresentando mudanças significativas em seus processos construtivos. Com o crescimento da concorrência, torna-se necessário uma mão-de-obra cada vez mais especializada e um melhor gerenciamento dos processos, aumentando assim a importância do planejamento e das inovações tecnológicas para a execução dos serviços com maior produtividade e qualidade (SILVA, 2011).

Nesse contexto, o processo de planejamento e controle passa a cumprir papel fundamental nas empresas, na medida em que tem forte impacto no desempenho da produção. Estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam esse fato, indicando que deficiências no planejamento e no controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade de seus produtos (DÓREA, 2019).

### 2.2.1 Benefícios do planejamento

De acordo com Dórea (2019), ao planejar uma obra, o gestor adquire alto grau de conhecimento do empreendimento, o que lhe permite ser mais eficiente na condução dos trabalhos.

Os principais benefícios que o planejamento traz são:

- Conhecimento pleno da obra;
- Detecção de situações desfavoráveis;
- Agilidade de decisões;
- Relação com o orçamento.

### 2.2.2 Definição das durações

Toda atividade de um cronograma precisa ter uma duração associada a ela. A duração é a quantidade de tempo – em horas, dias, semanas ou meses – que a atividade leva para ser executada. Há tarefas que têm duração fixa, independentemente da quantidade de recursos humanos e equipamentos alocados - por exemplo, cura do concreto e enchimento de um tanque industrial cuja vazão de entrada seja fixa -, e outras cuja duração depende da quantidade de recursos - por exemplo, uma atividade de pintura pode ser feita por dois pintores em 20 dias ou por quatro pintores em 10 dias (o trabalho total é o mesmo: 40 dias de pintor) (DÓREA, 2019).

Neste segundo caso, a duração depende, portanto, da quantidade de serviço, da produtividade e da quantidade de recursos alocados. Essas três grandezas estão matematicamente relacionadas entre si.

Dórea (2019) cria um caso hipotético, simulando os seguintes dados para a execução da alvenaria de uma casa:

- Quantidade de alvenaria: 120 m<sup>2</sup>;
- Produtividade do predeiro: 1,5 m<sup>2</sup>/h;
- Jornada de trabalho: 8h/ dia.

Desse modo,

$$\text{Duração} = \frac{120 \text{ m}^2}{1,5 \text{ m}^2/\text{h}} = 80 \text{ h de trabalho} = 80 \text{ Hh (homem-hora de predeiro)}$$

A Tabela 1 apresenta a duração da atividade *alvenaria* de acordo com o número de pedreiros na equipe.

**Tabela 1 – Duração da atividade *alvenaria* em função da equipe**

<b>Trabalho (Hh)</b>	<b>Equipe</b>	<b>Duração da atividade (horas)</b>	<b>Duração da atividade (dias)</b>
80	1 pedreiro	80	10
80	2 pedreiros	40	5
80	3 pedreiros	26,66	3,33
80	4 pedreiros	16	2

FONTE: DÓREA, 2019.

### 2.2.3 Custo unitário de insumos

No momento da contratação dos serviços existem diversos tipos de modalidades, a mais comum e utilizada é a Empreitada por preço unitário.

Na Empreitada por preço unitário é realizado o cálculo do Custo Direto mais BDI (Benefícios e Despesas Indiretas). O Custo Direto é composto pela soma de todos os custos unitários mais todos os custos diretamente relacionados com a produção. O Custo Unitário de cada serviço é o resultado do produto Quantidade x Preço Unitário de cada um dos insumos, os quais, multiplicados pelo BDI, viram Preço Unitário. O preço total é a soma de todos os resultados parciais dos serviços envolvidos (TISAKA, 2006).

## 2.3 SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES (SINAPI)

O SINAPI, foi criado e implantado em 1969 pelo BNH - Banco Nacional da Habitação, tendo como objetivo a produção, com abrangência nacional, de informações de custos e índices a serem utilizados pela construção civil. Inicialmente, o próprio BNH ficou com a responsabilidade da manutenção do Sistema quanto aos aspectos técnicos de engenharia - projetos, serviços, especificações e composições. Ao IBGE foi delegada a tarefa de produzir séries mensais de preços de insumos: materiais de construção e salários da mão de obra. A partir de agosto de 1982, o IBGE teve sua participação ampliada passando a assumir também as funções de disponibilizar as séries de custos e índices para o setor (MARTINS, 2012).

## 2.4 POLIESTIRENO EXPANDIDO

EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido. Foi descoberto na Alemanha em 1949 pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz (EPS POLIESTIRENO EXPANSÍVEL, s.d). No Brasil foi fabricado desde meados dos anos 1960. O EPS é um plástico inerte, atóxico, além de versátil, higiênico e 100% reciclável. É uma espuma semirrígida, mais conhecido no Brasil pela marca Isopor®, obtida pela expansão da resina PS durante sua polimerização por meio de um agente químico.

O EPS pode ser moldado em seu processo expansivo em formas específicas ou em blocos de tamanhos padronizados para cortes posteriores, dependendo de sua finalidade (Figura 9). Devido a sua versatilidade e praticidade, esse material é utilizado em diversas aplicações, tais como isolamento térmico, proteção no transporte de materiais, e até mesmo como capacetes e itens de segurança. Mais recentemente, no setor da construção civil, o EPS é utilizado como preenchimento em lajes, agregado em concretos leves e até mesmo como sistemas construtivos (TESSARI, 2006).

O EPS é um ótimo isolante térmico, um material totalmente reciclável e reaproveitável podendo voltar a condições de matéria-prima original após o uso, não

contamina o solo, água e o ar o que contribui para a preservação ambiental. O material apresenta características indispensáveis para a economia brasileira quando se fala de técnicas modernas, economia de custos e tecnologia (BANOW; LOVATTO; TEIXEIRA, 2012).

**Figura 9 – Placa de EPS para revestimento de parede**



FONTE: MUNDIEPS, 2022.

No âmbito comercial, o EPS é dividido em 7 categorias, e são separados pelo valor de sua densidade. As principais propriedades mecânicas do material são a resistência à compressão, resistência à flexão e à tração. Quanto maior sua densidade, melhor é sua resistência (SOUZA, 2009).

Na Tabela 2, são expressos os sete tipos de EPS fabricados:

**Tabela 2 - Tipos de EPS**

Propriedades	Norma	Unidade	Tipos de EPS						
	Método de ensaio		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
Densidade aparente nominal	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	10	12	14	18	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	NBR 11949	kg/m <sup>3</sup>	9	11	13	16	20	25	30
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 C-203	Kpa	≥50	≥60	≥120	≥160	≥220	≥275	≥340
Resistência mínima ao cisalhamento	EM-12090	Kpa	≥25	≥30	≥60	≥80	≥110	≥135	≥170
Flamabilidade (se material classe F)	NBR 11948	Material retardante à chama							

FONTE: ALVES, 2015.

Segundo ABRAPEX (2006) o EPS não é solúvel em água, não libera substâncias para o ambiente, assim como não apodrece nem ganha bolor (Bolor é uma designação comum dada a fungos filamentosos). Até hoje, não foi observado qualquer efeito prejudicial

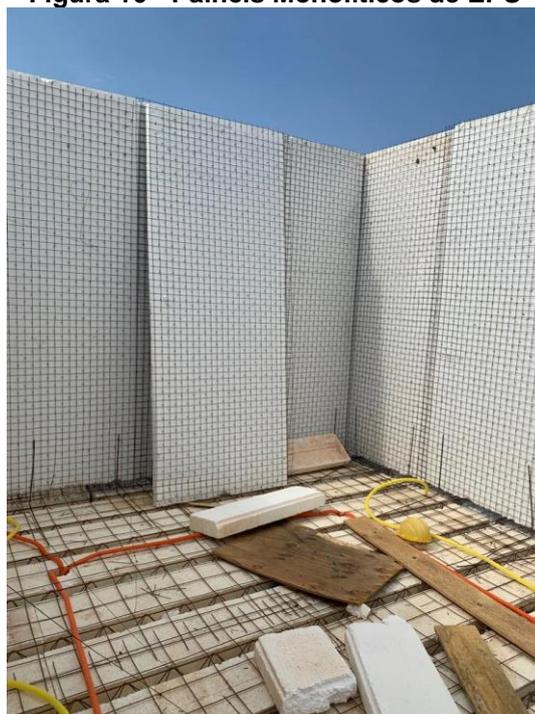
para a saúde. O EPS não serve de alimento para o desenvolvimento de animais ou microrganismos.

### 2.4.1 Sistema Monolítico em EPS

O sistema monolítico foi originado na Itália pelo Instituto Giordianos na década de 80. O motivo para sua criação foi pela a necessidade de uma solução na construção civil, por causa das regiões que ocorrem terremotos. Então foi desenvolvido um projeto com o sistema monolítico em que a estrutura não desmoronasse ao sofrer este fenômeno da natureza. (ALVES, 2015).

O sistema construtivo monolítico é aquele que proporciona a construção de uma casa ou edifício de até quatro andares sem a exigência de vigas e pilares, pois a própria composição do sistema proporciona a sustentação da edificação, transferindo as cargas igualmente para as fundações, como pode-se observar na Figura 10.

**Figura 10 - Painéis Monolíticos de EPS**



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

#### 2.4.1.1 Vantagens e Desvantagens

Dentre todas as aplicações dos painéis monolíticos na construção civil, destaca-se alguns prós e contras (CASA TETO, 2020).

Vantagens:

- Baixa absorção de água;
  - Economia de água durante a construção chega a quase 60%;
  - Construção até 40% mais rápida que a alvenaria convencional;
  - Isolamento térmico e acústico.
  - Baixo peso, reduzindo o custo das fundações com concreto e ferragens;
  - Baixa condutividade térmica o que ajuda a diminuir o consumo de eletricidade.
- Para entendimento o EPS é o mesmo material utilizado nos recipientes que mantém alimentos e bebidas gelados;

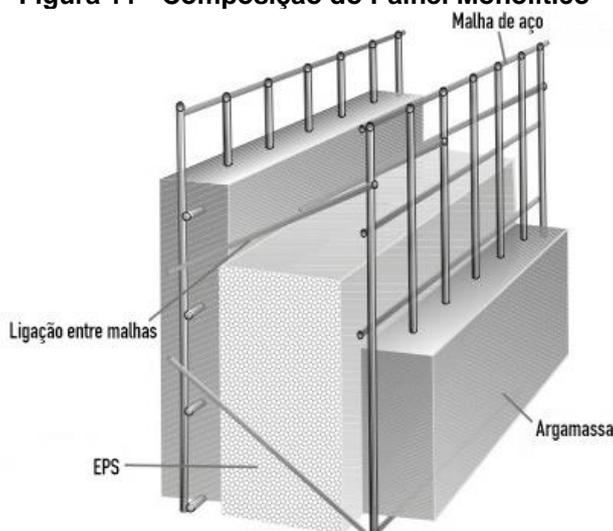
Desvantagens:

- Não recomendado para alguns estabelecimentos com maior risco de incêndio, deve se consultar a regulamentação técnica específica do corpo de bombeiros, para evitar restrições na emissão do alvará;
- Gasto maior na blindagem das instalações elétricas;
- Bancos podem não financiar a venda do imóvel no futuro, deve se consultar com seu banco financiador o regulamento técnico;
- Manutenção especializada: como é um serviço específico, apenas empresas com experiência comprovada podem fazer a manutenção de maneira correta e sem grandes problemas para o proprietário.

#### 2.4.1.2 Estrutura do painel monolítico

Segundo Bertoldi (2007), os painéis pré-fabricados componentes do sistema construtivo são formados por dois elementos básicos: poliestireno expandido e aço, sendo o primeiro utilizado como núcleo e o segundo utilizado como armadura principal e secundária na forma de telas eletro soldadas e armadura transversal utilizada como elemento de ligação para formação do painel. Ainda de acordo com o autor o sistema é finalizado em obra onde o painel recebe revestimento de concreto e/ou argamassa. A função estrutural conforme aponta Bertoldi (2007) é garantida pelas das malhas de aço eletro soldadas juntamente com argamassa estrutural, já a função de qualidade termo acústica e fica garantida pelo EPS, como pode-se observar na Figura 11.

**Figura 11 - Composição do Painel Monolítico**



FONTE: ISORECORT, 2016.

Em relação a sua altura Bertoldi (2007) discorre que os painéis podem ser produzidos com até 4 metros, adaptando-se as mais diversas necessidades estruturais de projeto. Ainda conforme o autor as placas são estruturadas com telas de aço com bitolas entre 2,1 mm a 5 mm de diâmetro e malhas com aberturas a partir de 50 mm x 50 mm, sendo essas interligadas entre si por conectores eletrosoldados, formando uma treliça.

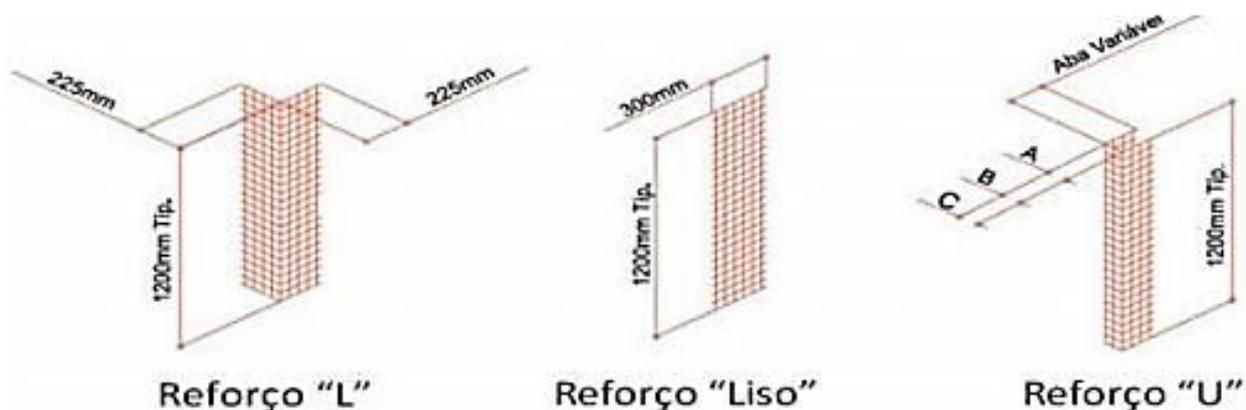
Para meios de instalação, após a junção das placas com as malhas de aço, são colocadas entre os arranques da fundação. Inicia a montagem sempre por um canto, saindo em ambos sentidos para assim poder fechar os cômodos. Os painéis são interligados através de uma amarração, com auxílio de peças de reforços em tela eletro soldadas tipo “I” ou “L”, conforme mostram as Figuras 12 e 13.

**Figura 12 - Reforços eletro soldados**



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

**Figura 13 - Tipos de reforços**



FONTE: ALVES, 2015.

A aplicação destes reforços possui função semelhante às colunas vergas, contra-vergas, vigas, como é demonstrado na Figura 14.

#### 2.4.1.3 Processo de execução

Sendo o sistema construtivo Monolite industrializado em relação à sua produção, as operações de execução em obra são basicamente constituídas pela montagem dos painéis para formação da estrutura da edificação, abertura dos sulcos nos painéis e colocação dos dutos elétricos e hidráulicos, além do revestimento dos mesmos com argamassa de modo manual ou projetada (SOUZA, 2009).

Para a realização das amarrações das telas e demais elementos estruturais na montagem dos painéis em obra e execução das emendas dos reforços, é necessária a utilização de arames e alicates, de modo manual, ou grampeadoras pneumáticas, caso a execução do serviço seja de modo mecanizado, sendo que este último proporciona maior

produtividade e padronização na fixação. Nas operações de abertura dos sulcos de passagem das tubulações hidráulicas e elétricas, é utilizado como ferramenta auxiliar, como é visto na Figura 15, o soprador térmico que, ao soprar ar quente sobre o EPS, provoca a contração do mesmo, permitindo a obtenção dos canais de passagem para a tubulação (SOUZA, 2009).

**Figura 14 - Aplicação dos reforços**



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

**Figura 15 - Operador utilizando Soprador Térmico**



FONTE: SILVA, 2018

**Figura 16 – Projeção do microconcreto**



FONTE: SILVA, 2018

Posteriormente, no processo construtivo recebem em cada uma de suas faces, uma camada de microconcreto de  $F_{ck} = 25$  MPa com espessura mínima de 3,5 cm (BARRETO, 2017). O revestimento pode ser feito de modo convencional de emboçamento ou por meio do emprego de jateamento sob pressão por equipamentos mais modernos, como é notado na Figura 16.

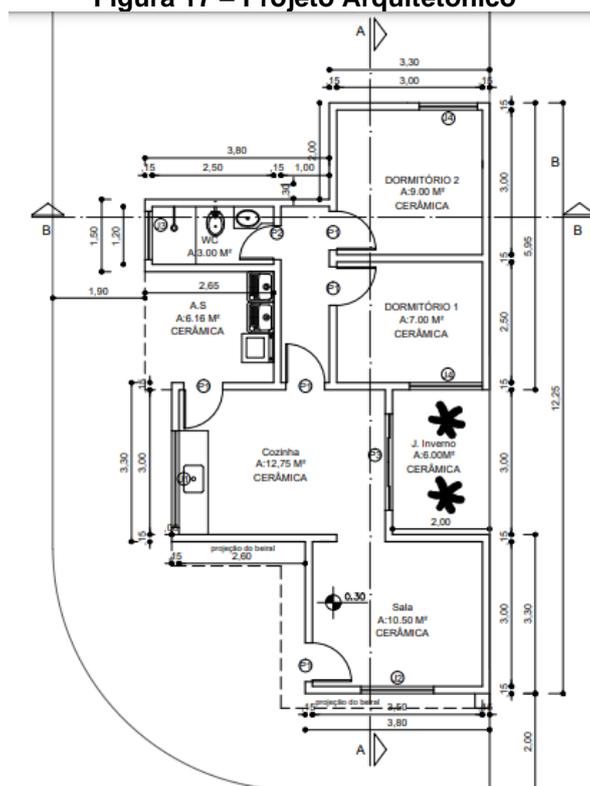
Recomenda-se a utilização de equipamento pneumático para a aplicação do revestimento. Os projetores de argamassa conferem maior produtividade e qualidade ao revestimento, devido a sua regularidade de aplicação do revestimento para que seja executado sequencialmente em faces opostas, a fim de evitar a deformação do painel provocada por um carregamento diferencial (BERTOLDI, 2007).

Logo após o revestimento é realizada a montagens das lajes, estas que se assemelham ao sistema construtivo convencional, podendo ser executadas de modelos pré moldadas ou fabricadas *in loco*.

### 3 ESTUDO DE CASO

Este estudo tem como objetivo analisar e avaliar o custo de construção de uma residência unifamiliar térrea com padrão baixo (R-1), comparando o mesmo projeto realizado para um sistema construtivo convencional e um sistema construtivo em EPS, através da elaboração de orçamentos detalhados para cada sistema. As estimativas de custos dessas edificações são genéricas e ambas não caracterizam edificações executadas, são projetos fictícios. Visto que, algumas etapas de construção não se diferem, então serão analisados apenas as etapas da estrutura e da vedação até o ponto de pré-acabamento da construção, onde cada processo construtivo possui sua particularidade.

Figura 17 – Projeto Arquitetônico



FONTE: KINGSPAN ISOESTE, 2022.

### 3.1 ANÁLISE FINANCEIRA – SISTEMA CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E SISTEMA CONSTRUTIVO EM EPS

A partir de então, serão expostos dois modelos residenciais, com um mesmo projeto arquitetônico, porém, com sistemas construtivos diferentes. A edificação consiste em uma residência unifamiliar térrea com padrão baixo (R-1), com pé direito de 3,00 m. A cobertura da edificação optou-se por telhas de fibrocimento de 1,10 metros de comprimento. A residência é composta pelos seguintes espaços: sala, cozinha, dormitório 1, dormitório 2, área de serviço, WC e jardim de inverno. Apresenta uma área de 174,64 m<sup>2</sup> totalizando uma área construída de 61,24 m<sup>2</sup>, conforme é mostrado na Figura 17.

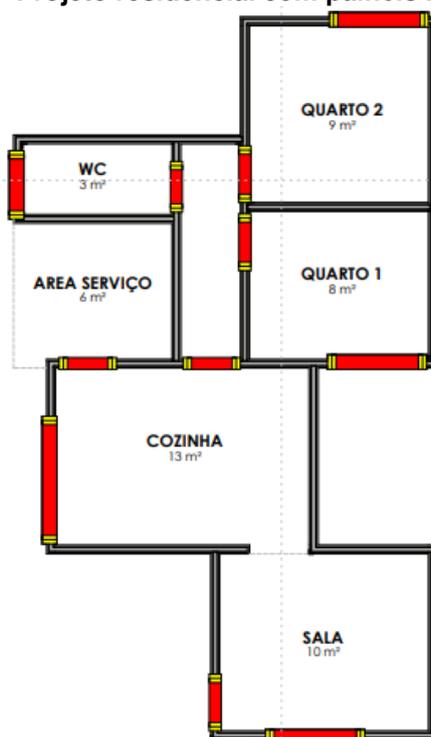
A Tabela 3 apresenta o detalhamento da área construída do modelo da edificação utilizada.

**Tabela 3 – Detalhamento dos ambientes da residência**

AMBIENTE	ÁREA
COZINHA	12,75 m <sup>2</sup>
SALA	10,50 m <sup>2</sup>
WC	3,00 m <sup>2</sup>
ÁREA DE SERVIÇO	6,16 m <sup>2</sup>
DORMITÓRIO 1	7,00 m <sup>2</sup>
DORMITÓRIO 2	9,00 m <sup>2</sup>
JARDIM DE INVERNO	6,00 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL - ÁREA ÚTIL</b>	<b>54,41 m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL - ÁREA CONSTRUÍDA</b>	<b>61,24 m<sup>2</sup></b>

FONTE: PROPRIOS AUTORES, 2022.

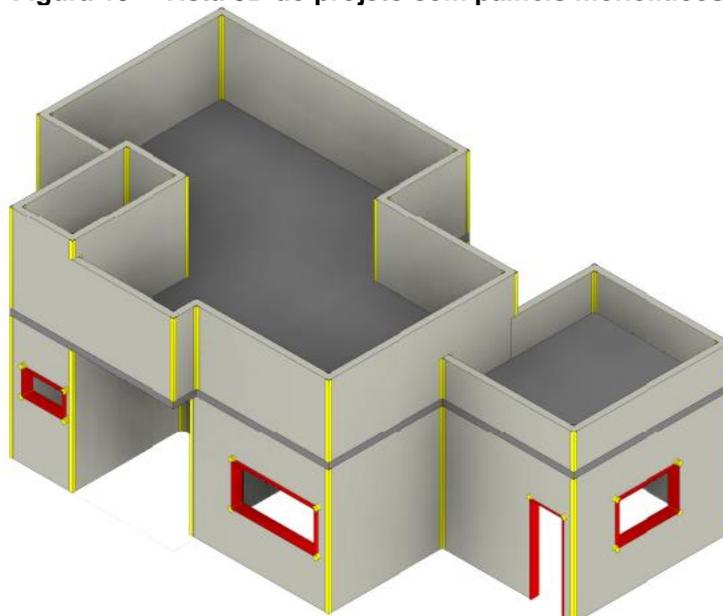
**Figura 18 – Projeto residencial com painéis monolíticos**



FONTE: KINGSPAN ISOESTE, 2022.

Após o detalhamento do projeto arquitetônico do sistema convencional, foi idealizada a mesma residência, porém no sistema de painéis monolíticos, conforme as Figuras 18 e 19.

**Figura 19 – Vista 3D do projeto com painéis monolíticos**



FONTE: KINGSPAN ISOESTE, 2022

Para cada sistema foi elaborada uma planilha orçamentária considerando os elementos descritos no Quadro 1. Nessas foram considerados os custos diretos (material e mão de obra), obtidos através da composição de custos unitários dos materiais e mão de obra produtiva. Esse valor unitário é multiplicado pela quantidade de material solicitado em cada serviço, após realizado o somatório dos valores, gerando o custo total da obra para os dois sistemas construtivos. Não foram analisados os custos indiretos da obra e nem a porcentagem de BDI, pois orçou-se somente o custo, e não o preço final da obra.

**Quadro 1 - Elementos considerados para cada sistema construtivo**

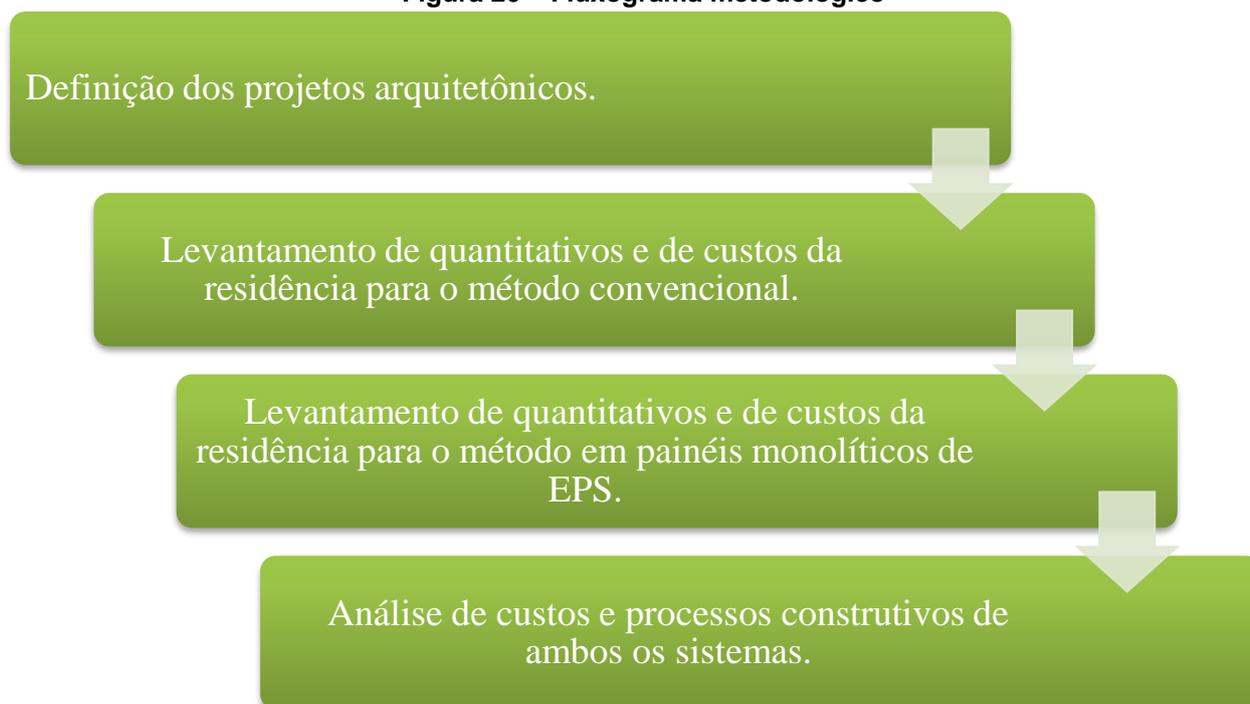
<b>ALVENARIA CONVENCIONAL</b>	<b>PAINEIS MONOLÍTICOS</b>
*Vigas, pilares, armadura, forma, concreto. Alvenaria - tijolos cerâmicos furados	*Painéis de EPS revestidos com malhas de aço eletro soldadas
*Revestimento parede - chapisco, emboço e reboco	*Revestimento - projeção de microconcreto

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

Para a análise da mão de obra e tempo de execução da obra do sistema convencional e de painéis monolíticos foram considerados os coeficientes de produtividade da tabela SINAPI/GO (07/2022), que representam a quantidade de tempo necessário de um profissional para a execução de uma unidade de serviço, denominado por homem/hora.

A Figura 20 trata-se de um fluxograma que representa de forma sistemática o procedimento utilizado para elaboração de tal análise comparativa.

Figura 20 – Fluxograma metodológico



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

Tabela 4 – Análise de produtividade do sistema convencional

DESCRIÇÃO	FUNÇÃO	QTDE	DURAÇÃO EFETIVA
PILARES	PEDREIRO	1	1 DIA
	SERVENTE	1	
	CARPINTEIRO	1	
VIGAS	PEDREIRO	1	1 DIA
	SERVENTE	1	
	CARPINTEIRO	1	
ALVENARIA DE VEDAÇÃO	PEDREIRO	2	9 DIAS
	SERVENTE	1	
CHAPISCO	PEDREIRO	2	3 DIAS
	SERVENTE	1	
REBOCO	PEDREIRO	1	16 DIAS
	SERVENTE	1	
TOTAL		4	30 DIAS

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

Para a execução das estruturas do sistema convencional, foram adotadas a montagem e desmontagem de fôrmas de pilares e vigas, foi considerada a compra de corte e dobra do aço, visando agilidade na produção, visto que todas as armaduras iriam para a obra ao ponto de serem montadas nas formas de acordo com as especificações em projeto, utilizando aço CA-50 de 8,0 mm para as armaduras longitudinais e aço CA-60 de 4,2 mm para as armaduras transversais e realizada concretagem com concreto usinado de 25 MPa com serviço de bombeamento e adensamento com vibradores.

**Tabela 5 – Insumos utilizados no sistema convencional**

<b>Descrição do insumo - convencional</b>	<b>U.M</b>	<b>Preço mediano R\$</b>
Aditivo plastificante e estabilizador para argamassas de assentamento e reboco	L	R\$ 7,93
Areia media - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	M <sup>3</sup>	R\$ 156,04
Auxiliar de pedreiro (horista)	H	R\$ 13,14
Cimento Portland pozolânico CP IV-32	Kg	R\$ 0,74
Pedreiro (horista)	H	R\$ 20,55
Aço CA-50, 8,0 mm, vergalhão	Kg	R\$ 10,79
Aço CA-60, 4,2 mm ou 5,0 mm, dobrado e cortado	Kg	R\$ 10,08
Chapa/painel de madeira compensada resinada (madeirite resinado rosa) para forma de concreto, de 2200 x 1100 mm, E = 14 mm	M <sup>2</sup>	R\$ 55,64
Bloco cerâmico / tijolo vazado para alvenaria de vedação, 8 furos na horizontal, 9 x 19 x 29 cm (l x a x c)	Un	R\$ 1,23

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

A alvenaria de vedação utilizada no sistema convencional foi de blocos cerâmicos de 9x19x29 cm de 8 furos tanto nas paredes internas, como externas, com argamassa de assentamento preparada em betoneira de 400 L e para auxílio da preparação da argamassa foi utilizado adesivo plastificante e estabilizador para argamassas de assentamento e reboco.

Para execução de 163,8 m<sup>2</sup> alvenaria de vedação foi considerado uma jornada de trabalho diária de 8 horas a um rendimento de 90%, usando como base de dados a tabela SINAPI de composições analíticas de 07/2022, o coeficiente de produtividade do pedreiro foi de 0,77 Hh/m<sup>2</sup> e do servente foi de 0,385 Hh/m<sup>2</sup>, utilizando como exemplo apenas 1 trabalhador de cada função, observou-se que a duração efetiva deste serviço seria de 18 dias, mas o servente teria 9 dias de ociosidade, logo, para aumentar a produtividade e reduzir o tempo, assim foi calculado a necessidade de aumentar 1 pedreiro. Dessa maneira, foram executados os demais serviços.

Na Tabela 4 é descrito a análise de produtividade realizada para os serviços do sistema construtivo convencional.

Os insumos utilizados no sistema convencional estão descritos na Tabela 5.

**Tabela 6 – Avaliação de custos para sistema construtivo convencional**

<b>ETAPA</b>	<b>CUSTO</b>
Estrutura/Vedação	R\$ 14.676,21
Revestimentos	R\$ 2.738,70
Mão de Obra	R\$ 29.783,81
Tempo	30 dias
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 47.198,72</b>

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

Com as etapas estabelecidas e a finalização do levantamento dos quantitativos, apresentam-se assim, os custos detalhados do sistema construtivo convencional, conforme é mostrado na Tabela 6.

Para a estrutura de vedação do sistema em EPS, considerou-se o fornecimento dos painéis Monolit pela empresa *Kingspan Isoeste*. Foram utilizados também pontaletes de 7,5 x 7,5 cm com 2 metros de altura a cada 1,5 metros ao longo do perímetro das paredes. Além dos painéis, considerou-se a adição de outros componentes na sua execução, como reforços em janelas de verga e contra verga, emendas de painéis, cantos, aditivo para chapisco e microfibras de polipropileno.

Para o sistema Monolítico considerou-se que os trabalhadores envolvidos na montagem possuem experiência prévia com a execução e não necessitam de capacitação externa, conforme informado pela empresa atuante no setor. Na montagem dos painéis foi utilizado o índice fornecido pela empresa em que o tempo de execução garantido pela mesma seria de 1/3 do tempo em comparação com o sistema construtivo convencional, portanto, utilizando do mesmo critério apontado para o sistema convencional, foi elaborado um cálculo com o número mínimo possível de trabalhadores para executar cada atividade, logo o tempo total da execução da montagem e revestimento dos painéis monolíticos foi de 10 dias.

**Tabela 7 – Insumos utilizados no sistema em EPS**

<b>Descrição do insumo - EPS</b>	<b>U.M</b>	<b>Preço mediano R\$</b>
Aditivo plastificante e estabilizador para argamassas de assentamento e reboco	18 L	R\$ 133,39
Auxiliar de pedreiro (horista)	H	R\$ 13,14
Cimento Portland pozolânico CP IV-32	KG	R\$ 0,74
Malha de reforço 2,5mm L 187x187x1235mm p/ monolit	Un	R\$ 9,49
Malha de reforço 2,5mm U 187x96x1235mm p/ monolit	Un	R\$ 12,59
Malha de reforço 2,5mm plana 375x1235 p/ monolit	Un	R\$ 9,49
Painel Monolit 80mm simples - malha 2,5mm - 2f	M <sup>2</sup>	R\$ 118,24
Pedreiro (horista)	H	R\$ 20,55
Pontalete *7,5 x 7,5* cm em pinus, mista ou equivalente da região - bruta	M	R\$ 7,83
Aluguel projetor pneumático de argamassa para chapisco e reboco com recipiente acoplado, tipo canequinha, com volume de 1,50 l, sem compressor	H	R\$ 40,00
Microfibra de polipropileno	KG	R\$ 50,00
Aço CA-50, 8,0 mm, vergalhão	KG	R\$ 10,79
Aluguel de compressor de ar estacionário, vazão 620 pcm, pressão efetiva de trabalho 109 psi, motor elétrico, potência 127 cv	H	R\$ 25,00

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

Os insumos utilizados no sistema construtivo em EPS estão descritos na Tabela 7, para ambos os sistemas, foram retirados da base de dados da tabela SINAPI de preço de insumos de 07/2022, logo, as informações a respeito dos painéis, por não possuírem uma composição na tabela, os mesmos foram concedidos pela empresa *Kingspan Isoeste*,

juntamente com os projetos arquitetônicos, tanto os materiais que compunham os painéis, quanto os coeficientes de produtividade e tempo de execução.

Já para o sistema construtivo em EPS, as estimativas de custo foram descritas conforme a Tabela 8. Pode-se observar uma diferença nos valores do sistema construtivo em EPS pois este método não foi utilizada a construção mista, que seria o uso dos painéis monolíticos com a junção de vigas e pilares de concreto armado, todos os painéis desempenham a função estrutural.

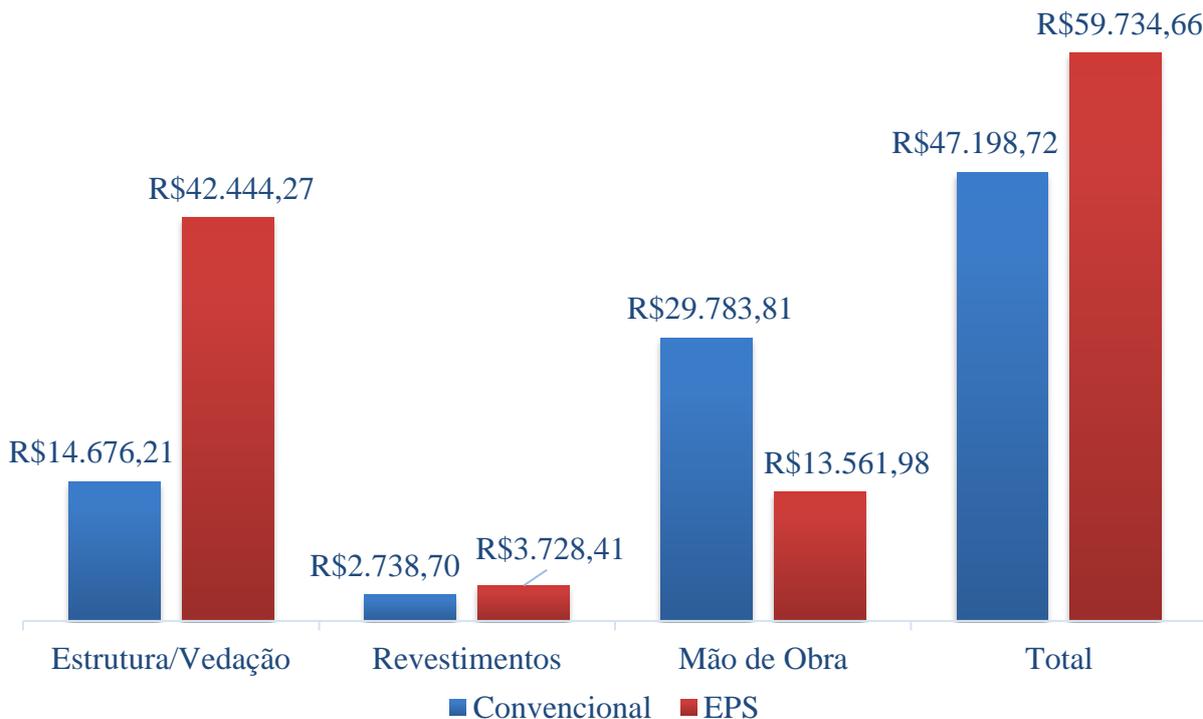
**Tabela 8 – Avaliação de custos para o sistema construtivo em EPS**

ETAPA	CUSTO
Estrutura/Vedação	R\$ 42.444,27
Revestimentos	R\$ 3.728,41
Mão de Obra	R\$ 13.561,98
Tempo	10 dias
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 59.734,66</b>

FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

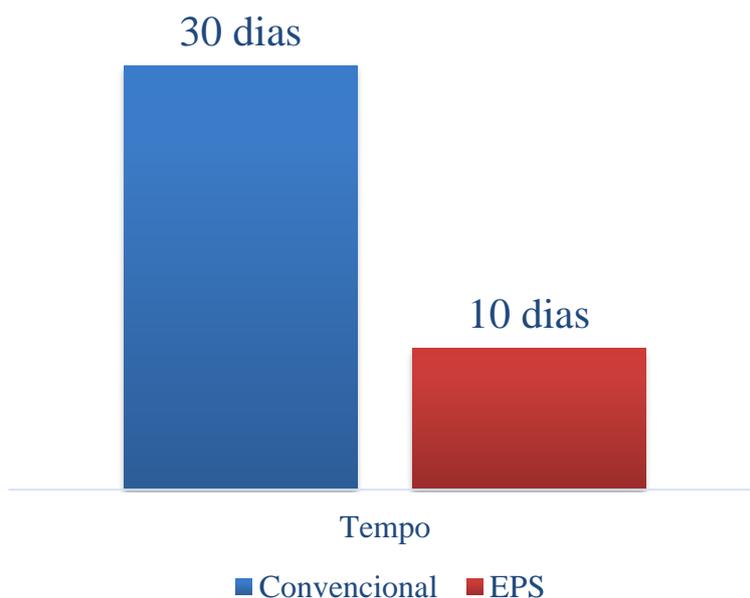
As Figuras 21 e 22 demonstram os valores de ambos os sistemas construtivos, separados por custo total e tempo de execução de cada um.

**Figura 21 – Gráfico de comparativo de custo total**



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

Figura 22 – Gráfico de comparativo de tempo de execução



FONTE: PRÓPRIOS AUTORES, 2022.

O sistema monolítico apresentou um maior custo na etapa de estrutura/vedação, pois devido a falta de variedade de fornecedores, o custo dos materiais ficaram acima em comparação ao sistema convencional, porém apresentou uma maior redução na duração com 10 dias úteis necessários para sua execução, sendo 20 dias úteis a menos que o sistema convencional que necessitou de 30 dias úteis, ou seja, a duração do sistema monolítico equivale a aproximadamente 33% do tempo de execução do sistema convencional.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida para analisar os dois sistemas construtivos, suas características, vantagens, desvantagens e por fim analisar seus custos de materiais, mão de obra e prazos de execução.

Pelo fato de tratar de um sistema que apresenta a ideia de inovação e ganhos em prazo e economia, esperava-se percentuais menores no comparativo entre os custos de execução do sistema monolítico e o sistema convencional. Além disso, a falta de informações oficiais na região, a padronização a respeito dos dados inseridos nas tabelas do SINAPI da montagem dos painéis monolíticos e a falta de variedade de fornecedores destes painéis, podem ter influenciado na definição dos custos deste sistema.

Por outro lado, visando a sustentabilidade, o sistema monolítico se apresenta superior em comparação ao sistema convencional, pois gera menos resíduos de construção civil de modo que não acarreta problemas sanitários como manifestações de insetos transmissores de doenças e roedores.

No cenário de execução, o sistema monolítico também se apresenta superior devido à sua agilidade e praticidade, não apresentam dificuldades em relação ao entendimento de processos construtivos e mão de obra.

No entanto, por se tratar de uma habitação unifamiliar de baixo padrão, tal sistema inovador não se mostrou tão interessante devido ao custo alto dos materiais e também por não ser normatizado ainda. Entende-se que para estas habitações de interesse social, que

muitas vezes não possuem margem de lucro alta quando comparadas a outros padrões de construção, a utilização destes sistemas em EPS não é atrativa.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, João Paulo de Oliveira. **Sistema construtivo em painéis de EPS**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria, Parte 1: Requisitos**. Classificação, NBR 15270-1. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projetos de estruturas de concreto – Procedimento**. Classificação, NBR 6118:. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE POLIESTIRENO (ABRAPEX). **Manual de Utilização EPS na Construção Civil**. São Paulo: PINI, 2006. 124p.
- BANOW, M. C.; LOVATTO, C. G.; TEIXEIRA, O. S. **Análise da cadeia de suprimentos de EPS na construção civil-alvenaria de painéis com placas de isopor**. 2012. Disponível em: < [http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/0882 .pdf](http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/0882.pdf) >. Acesso 31 out 2022.
- BARBOSA, M. T.; CRUZ, A. F.; CASTANÕN, J. A. **Análise do processo de manutenção em diferentes sistemas construtivos do Brasil**. REUCP, Petrópolis, volume 11, nº 1, p. 33-43, 2017.
- BASTOS, P. S. S. **Fundamentos do concreto armado**. Apostila. Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Bauru, 2006, 98p.
- BERTOLDI, Renato Hercílio. **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. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico, Florianópolis, 2007.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL.SINAPI: **Metodologias e Conceitos**. 10. ed. Brasília: Gerência Nacional Padronização e Normas Técnicas de Governo, 2022.
- CONSTRUA, Revista. **Pilares de concreto: saiba o que estes elementos significam para a Engenharia e Arquitetura**. Disponível em: <https://revistaconstrua.com.br/noticias/engenharia/pilares-de-concreto-saiba-o-que-estes-elementos-significam-para-a-engenharia-e-arquitetura/>. Acesso em: 05 de agosto de 2022.
- DÓREA, Mattos Aldo. **Planejamento e controle de obras**. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

FIORITO, Antonio J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009.

GONZAGA, Amanda. **EPS para construção civil: vantagens e desvantagens**. Papo de Engenheiro. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/eps-na-construcao-civil/>. Acesso em: 03 de março de 2022.

ISOESTE, Kingspan. **EPS: Economia e segurança fazem do EPS a melhor e mais eficaz solução construtiva**. Kingspan Isoeste. Disponível em: [https://kingspanisoeste.com.br/solucoes-em-eps/?gclid=CjwKCAjw4KyJBhAbEiwAaAQbEzqhfin0Xd-tltA4WmVgOOF6Qfl3a5u3JyPDhWWWmiriJBm9jhIHVhoC-y8QAvD\\_BwE](https://kingspanisoeste.com.br/solucoes-em-eps/?gclid=CjwKCAjw4KyJBhAbEiwAaAQbEzqhfin0Xd-tltA4WmVgOOF6Qfl3a5u3JyPDhWWWmiriJBm9jhIHVhoC-y8QAvD_BwE). Acesso em: 29 de agosto de 2022.

ISORECORT, Grupo. **Monopainel: painel monolítico**. Isorecort. Disponível em: <https://www.isorecort.com.br/segmentos-de-atuacao/construcao-civil/monopainel/>. Acesso em: 19 de outubro de 2022.

LEMOS, R. A. **Técnicas de revestimentos em argamassa projetada**. Monografia. 2010. 51f. Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte. 2010.

LIMA, S. F.; DA SILVA, J. S.; DA SILVA, E. de K. S. **PRINCIPAIS TIPOS DE LAJES NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 55, 2018. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/6057>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

MANTURI, Pré-Fabricados. **Laje Treliçada: saiba o que é e quando utilizar na sua obra!**. Disponível em: <https://www.manturi.com.br/laje-trelicada/>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

MARCOLIN, Nelson. **Criação no concreto**. 2006. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2006/09/01/criacao-no-concreto/>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

MARTINS, Gabriel Costa. **Verificação do índice SINAPI para orçamento de obras**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

MATIAS, L.; NUNES, A. F.; CRUZ, R. C. A. L. **DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Revista Campo do Saber, Paraíba: IESP Faculdades, 2018, Vol. 4, Nº 3- ISSN 2447-5017

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 2. Ed. São Paulo: IBRACON, 2014. 782p.

MORAES, C. B.; BRASIL, P. C. **Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental**. 2015. Seminário Nacional de Construções Sustentáveis – Universidade Estácio de Sá – UNESA, 2015.

MOREIRA, Bruno Crippa. **Análise das propriedades de argamassa com adição de pérolas de poliestireno expandido**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2022.

MUNDIEPS, Embalagens e Placas em EPS. **EPS (Isopor®) – Uso em obras concluídas**. Disponível em: <https://www.mundieps.com.br/post/eps-isopor-uso-em-obras-conclu%C3%ADdas>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

PEREIRA, Caio. **Alvenaria de Vedação – Vantagens e Desvantagens**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

PINHEIRO, M.L.; MUZARDO, D.C.; SANTOS, P.S.; **Lajes maciças**. São Paulo: Universidade de São Paulo – USP, 2003

QUEIROZ, Rudney C. **Introdução à engenharia civil: noções sobre a história, importância, principais áreas, atribuições e responsabilidades da profissão**. [livro eletrônico] / Rudney C. Queiroz. – São Paulo: Blucher, 2019. 216 p.; PDF.

SABBATINI, F. H.; CARDOSO, F. F.; FRANCO, L. S.; BARROS, M. M. B. **PRODUÇÃO DE ARMADURAS**. 2007. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2007.

SANTOS, D. G., AMARAL, T. G. **Comparativo dos procedimentos executivos de lajes e alvenaria estrutural segundo a norma brasileira e britânica**. Paraná, 2012

SILVA, Marize Santos Teixeira Carvalho. **Planejamento e Controle de Obras**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Colegiado do Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SOUZA, A. C. A. G. **ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES**. 2009. 158 f. Dissertação (Pós-Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <http://tede2.unicap.br:8080/handle/tede/895#preview-link0>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

TESSARI, Janaina. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88811>. Acesso em: 05 de agosto de 2022.

TETO, Casa. **Vantagens e desvantagens de construir com EPS**. Disponível em: <https://casateto.com.br/vantagens-e-desvantagens-de-construir-com-eps/>. Acesso em: 05 de julho de 2022.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

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

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.