



# Comparativo de custo e produtividade dos métodos construtivos em EPS e concreto armado

## *Comparison of cost and productivity of construction methods in EPS and reinforced concrete*

Mendes, J. M. <sup>1</sup>; Pereira, B. S. <sup>2</sup>

*Graduandas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil*

Rodrigues, P. B. F. <sup>3</sup>

*Professora Ma., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil*

<sup>1</sup>[janainamoreiramendes39@gmail.com](mailto:janainamoreiramendes39@gmail.com); <sup>2</sup>[brendas.10@hotmail.com](mailto:brendas.10@hotmail.com); <sup>3</sup>[priscilla@pucgoias.edu.br](mailto:priscilla@pucgoias.edu.br)

**RESUMO:** A utilização de materiais não convencionais tem se tornado cada dia mais habitual às obras de pequeno e médio porte, pelo fato da redução de tempo de execução e menor custo, ganhando um espaço cada dia maior no mercado. Nesse sentido, a presente pesquisa é um estudo de caso que compara o custo de materiais e mão de obra do Sistema Monolítico em EPS, com o de concreto armado e vedação em bloco cerâmico de alguns serviços. A abordagem metodológica adotada nesta pesquisa foi estudo de caso sobre uma residência unifamiliar com um pavimento de uma construtora goiana, com experiência em construções no sistema construtivo analisado. Com os dados obtidos, e comparando as etapas construtivas estudadas, o método de edificação utilizando EPS apresentou economia de 12,61%, quando comparado com o sistema construtivo de concreto armado e vedação em bloco cerâmico.

*Palavras-chaves: Sistema Monolítico, Sistema Construtivo, Material não-convencional, EPS.*

**ABSTRACT:** The use of non-conventional materials has become more frequent in small and medium-scale work projects, due to shorter time execution and lower budget requirements. As such, this research is a case study that compares the cost of materials and labor in the Monolithic System in EPS material with the reinforced concrete and ceramic block sealing one. The methodological approach adopted in this research was a case study focused on a family residence with a floor built by a construction company from Goiânia. This company has experience with the analyzed construction system. With the obtained data, and by comparing the studied construction steps, the building method using EPS has revealed a 12,61% economic rate when compared to the reinforced concrete constructive system and ceramic block sealing one.

*Keywords: Monolithic System, Constructive System, non-conventional material, EPS.*

**Área de Concentração:** 01 – Construção Civil.

## 1 INTRODUÇÃO

Por muitos anos e, até mesmo atualmente, o método de construção em blocos cerâmicos é o mais utilizado na construção civil. Mas, o crescente impacto ao meio ambiente e a falta de matéria prima têm exigido pela busca de novas técnicas construtivas, propiciando a sustentabilidade, qualidade e agilidade nas construções (PONCIANO E SILVA, 2019).

Nesse contexto, com a implementação de novos métodos sustentáveis em todos os setores, o

Poliestireno Expandido vem ganhando espaço na construção civil. Pode ser utilizado como formas para a concretagem, como parede estrutural e parede de vedação, com a intenção de criar algo inovador, de baixo custo, sustentável e autoportante (JUNIOR, 2018).

EPS é a sigla de Expanded PolyStyrene ou Poliestireno Expandido, em que foi descoberto pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz em 1949, na Alemanha. No Brasil é conhecido como “Isopor®”, marca registrada da Knauf (ABRAPEX, 2016).

Dentre alguns sistemas construtivos com este material, podemos destacar o método ICF, constituído por blocos de EPS, desenvolvido na Alemanha no início de 1950. Logo surgiu o painel monolítico na Itália, por volta de 1980 com o principal objetivo de atender às situações climáticas da região, para fornecer um melhor conforto. Chegou ao Brasil no final do século XX (MOURA E SANTOS, 2019).

Com esses novos métodos de construção, é de grande valia que as empresas busquem constantemente melhorias para serem complementadas nas suas técnicas construtivas, sendo importante que se desenvolvam novos estudos para melhor manuseio do material em EPS no canteiro de obra, identificando suas viabilidades de custo e produtividade, vantagens e desvantagens, além de métodos de execução.

Nesse sentido, a presente pesquisa em um estudo de caso compara o custo de materiais e mão de obra do Sistema Monolítico em EPS com o de concreto armado e vedação em bloco cerâmico de alguns serviços. Foi utilizado como objeto de pesquisa uma residência unifamiliar, localizada na cidade de Senador Canedo/GO.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O poliestireno é um componente do grupo das resinas termoplásticas, derivada do petróleo, sua composição química é obtida através de reações de polimerização, isto é, reação em que os monômeros reagem entre si, de maneira a combinarem suas moléculas, assim formando outras maiores. Tal polímero quando exposto a alta temperatura torna-se mais viscoso e, portanto, moldável (JACQUES, 2010).

Em função da sua diversidade de aplicação, o percentual de consumo do EPS tem crescido constantemente nas últimas décadas. A Associação da Indústria Química do Brasil (ABIQUIM), 2017, apresenta um levantamento em que, especificadamente no Brasil, o Consumo Aparente Nacional (CAN) e a produção de EPS, quando comparado com os anos de 1999 e 2017, teve um crescimento significativo, com uma taxa anual de 4,0% e 4,8%.

Pelo fato de ser um material 100% reaproveitável e reciclável, o EPS tem ganhado notoriedade, levando o campo da construção civil a se reinventar em suas técnicas construtivas, buscando opções sustentáveis levando a redução de materiais em obras, gerando assim menor impacto ao meio ambiente (AIRES, *et al.*, 2018).

De modo a trazer conforto térmico ao ambiente, o EPS é formado por células fechadas e preenchidas por ar, fazendo com que haja dificuldade na transferência de temperatura de uma área para outra, e esse

desempenho térmico proporciona economia no gasto energético para resfriamento ou aquecimento do ambiente (MEDEIROS, 2017).

Medeiros (2017) destaca um ponto de tamanha importância, a inflamação do EPS. Este material, quando em contato com faísca ou resíduos de brasa proveniente de soldas elétricas ou pontas de cigarros, não é capaz de ser inflamado. No entanto somente chamas acesas e aplicadas sobre o poliestireno é capaz de inflamá-lo, não sendo o caso na construção, pois esta é revestida por camadas de argamassa ou elemento construtivos que impedem a chegada de chamas externas.

Entre outras características relevantes do poliestireno, se destaca também a baixa absorção de água, resistência mecânica, resistência ao envelhecimento, absorção ao choque, resistência a compressão, além de ser um material de fácil moldagem no canteiro da obra, bem como painéis e blocos de EPS (ABIQUIM, 2020; BERTOLDI, 2007).

### 2.1 Métodos construtivos em EPS

Dentre tantas vantagens do método construtivo em EPS, quando comparado com o método convencional se destaca no canteiro de obra, proporcionando economia na mão de obra, organização no canteiro de obra, melhor trabalhabilidade dos funcionários e aumento da vida útil do edifício, quando bem executado (JUNIOR, 2018).

#### 2.1.1 Sistema Monolítico

Este sistema construtivo foi desenvolvido no início dos anos oitenta, pela empresa italiana chamada Monolite, chegando ao Brasil somente nos anos noventa. Tal sistema construtivo visava atender as necessidades específicas locais, bem como, estruturas rígidas capaz de resistir a abalos sísmicos e terremotos, possuindo também isolamento acústico e térmico, sendo capaz de suportar invernos rigorosos (ALVES, 2015).

Este sistema construtivo é composto por painéis de poliestireno expandido, envolvido por duas malhas de aço de alta resistência eletro soldadas, com tamanho e espaçamentos de acordo com a especificação de cada projeto, sendo presas por grampos de aço (MOURA E SANTOS, 2020).

##### 2.1.1.1 Painel Simples

Esse tipo de painel é mais empregado em obras já finalizadas, podendo ser em paredes externas ou não. Aplicado em lajes, paredes de divisa, ou em paredes com função estrutural em obras de até quatro pavimentos. Geralmente os painéis são fornecidos nas dimensões de 3,0 m de largura, 1,15 m de altura e

espessura variável, podendo ser de 10 a 19 cm, (MOURA E SANTOS, 2020).

Por ser um método construtivo leve, esse painel se destaca em sua possibilidade de construir mais de um pavimento sem a necessidade de pilares e vigas. Além de proporcionar maior conforto térmico ao ambiente, tendo um melhor desempenho energético e econômico aos usuários (MUNDI EPS, 2020).

#### 2.1.1.2 Painel Duplo

Podendo empenhar a função de parede estrutural, o painel duplo é constituído por dois painéis simples, com espaço entre eles conforme necessidade estrutural. Estes são unidos por conectores transversais de alta resistência, podendo ser necessário colocar armadura adicional e, posteriormente sendo efetuado o preenchimento de seu interior com concreto, formando uma estrutura que possibilita executar construções de vários pavimentos (MEDEIROS, 2017).

Tal sistema quando preenchido com concreto e juntamente com a malha de aço em ambos os lados de alta resistência, resulta em uma parede de elevada capacidade resistente. E além de exercer função de forma para a execução do concreto, este pode aumentar ainda mais o isolamento acústico, caso solicitado no projeto (MEDEIROS, 2017).

Pode observar que o Sistema Monolítico se destaca pela leveza do material para manuseio dentro do canteiro de obra, além de proporcionar um canteiro de obra limpo e organizado. Ocasionalmente maior controle dos materiais utilizados e maior visibilidade em possíveis defeitos (VECHIATO, 2017).

Mesmo com essas vantagens do sistema em estudo, o sistema construtivo em alvenaria convencional de bloco cerâmico é o método de construção mais antigo e o mais utilizado no Brasil para vedação. Sua produção é dada pela formação plástica de matéria prima argilosa, queimados a altas temperaturas. A alvenaria convencional é um método bem simples sendo um processo que exige etapas das quais não pode deixar nenhuma etapa sem ser feita, por prejudicar a qualidade final da edificação (GOULART, *et al*, 2018).

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi do tipo exploratório, onde teve como objetivo comparar o custo de materiais e mão de obra do sistema construtivo em EPS e o concreto armado com blocos cerâmicos a partir de uma obra realizada por uma construtora goiana, que executa residências unifamiliares utilizando o Método Monolítico em EPS com a técnica de Painel Simples. Para isso, as etapas de execução foram observadas e acompanhadas a fim de se chegar a esse resultado comparativo,

visualizando o método em questão, como um sistema promissor.

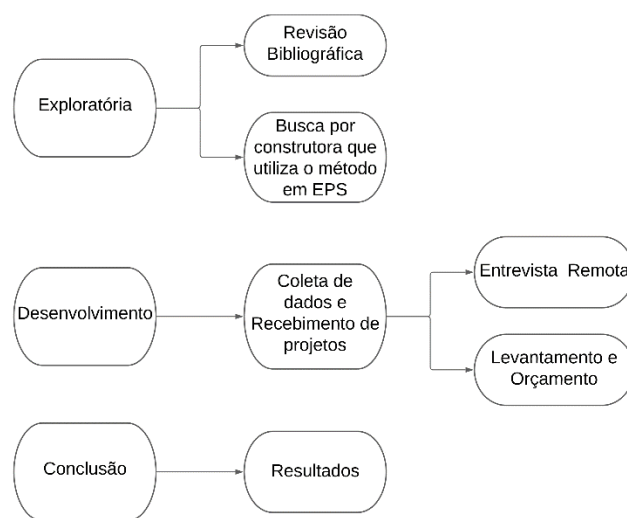
É importante ressaltar que essa pesquisa não teve em seu escopo o cálculo estrutural bem como as possíveis patologias que pudessem ocorrer proveniente de ambos os sistemas construtivos. Delimitada apenas no comparativo de custos de materiais e mão de obra dos dois referidos sistemas construtivos.

O estudo de caso se deu em meados de março a maio de 2021, onde foi realizado um comparativo de custo, entre o método construtivo convencional (concreto armado e vedação em bloco cerâmico) e o sistema monolítico com painéis em EPS, sendo analisadas as etapas construtivas de infraestrutura (fundações do tipo radier, estaca, sapata, viga baldrame e blocos), a superestrutura (pilares, vigas e lajes) paredes e painéis (bloco cerâmico e painel em EPS), impermeabilização, chapisco, emboço e reboco e regularização de piso, para ambos os métodos construtivos.

As demais etapas construtivas não foram estudadas pelo fato da obra está paralisada e, portanto, não possibilitou a coleta de dados de outras etapas construtivas.

Essa pesquisa foi realizada em três etapas, conforme mostrado na Figura 01.

**Figura 01 – Fluxograma das etapas da metodologia**



**Fonte: Autores, 2021.**

Para a primeira etapa exploratória, buscou-se referenciais teóricos a partir de dissertações, artigos científicos e publicações disponibilizadas no meio digital, além de buscar por uma construtora que realize obras utilizando EPS como parede estrutural. Essa busca levou dois meses, até encontrar uma construtora executando tal sistema construtivo e que fornecesse os projetos e dados da obra.

De início foi acompanhado uma obra na qual seria utilizado o método de painel duplo (dois painéis em EPS com espaçamento entre si, ligado por conectores, e preenchido com concreto), no entanto a proprietária optou por utilizar alvenaria de bloco cerâmico. Duas empresas não quiseram fornecer o material por questões de sigilo solicitado pelo proprietário da casa. Até que se obteve a autorização para o estudo de custo da casa aqui analisada. Sendo esta constituída por três suítes, localizada em um condomínio de alto padrão em Senador Canedo possuindo um pavimento com 197,81m<sup>2</sup> de área construída.

A segunda etapa refere-se a fase de desenvolvimento, que teve como objetivo compreender e descrever as etapas construtivas, utilizando como fontes de evidências, entrevista semiestruturadas realizada em abril de 2021, de forma remota, com engenheiro responsável pela obra. Em seguida foram fornecidos pelo engenheiro o projeto arquitetônico, projeto estrutural, de fundação, projeto de detalhamento dos painéis e fotos do estado e detalhes da obra, iniciada em fevereiro de 2021. Em um segundo contato com o engenheiro, foi realizado um questionário para obter informações do processo executivo, conforme Apêndice A.

Também nessa segunda etapa, foram realizados os levantamentos e cálculos dos orçamentos da obra, com base no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil do Estado de Goiás (SINAPI-GO) e ainda a formação de composição unitária com base nos dados fornecidos e coletados da obra.

Para a elaboração do orçamento das etapas construtivas aqui analisadas foram adotados como parâmetros projetos similares de casas com metragem próxima ao objeto de estudo incluindo a mesma região de Senador Canedo.

Para o levantamento de materiais como concreto, fôrmas e aço da fundação, levou em consideração o artigo de Yamura (2015), “Indicadores de Consumo para Projetos em Concreto Armado”, onde este apresentou, em seu estudo, os valores médios dos indicadores globais da fundação, superestrutura (vigas e pilares). Na Tabela 1 apresenta os índices para a fundação.

**Tabela 1 – Indicador de Consumo para Fundação**

| Descrição   | Indicadores |
|---|-------------|
| Aço/vol. Concreto (kg/m <sup>3</sup> )                | 78,45       |
| Forma/vol. Concreto (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) | 9,94        |

**Fonte: YAMURA, 2015.**

Com esses índices é possível realizar uma estimativa inicial para quantidade de aço necessário à obra. Já na

Tabela 2 apresenta um indicador para a superestrutura, onde é contemplado os pilares, vigas e lajes.

**Tabela 2 – Indicador de Consumo para Superestrutura**

| Descrição   | Indicadores |
|---|-------------|
| Aço/vol. Concreto (kg/m <sup>3</sup> )                | 67,58       |
| Forma/vol. Concreto (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ) | 5,30        |

**Fonte: YAMURA, 2015.**

Com esses indicadores foi realizado o levantamento de aço e forma da obra em concreto armado. Para este, considerou fundação composta por 14 estacas de 30 cm de diâmetro e 3 m de profundidade, 3 blocos de 60x180x55 cm e 1 bloco de 180x180x55 cm e 4 blocos de 60x60x55 cm. Para a superestrutura foi considerado vigas e vigas baldrame de 14x30 cm e pilares de 15x30 cm.

Em contrapartida no método em EPS foi utilizado 16 estacas de 30 cm de diâmetro e 2 m de profundidade, 9 sapatas de 85x60x45 cm e radier de 10 cm de espessura.

Ainda sobre o método construtivo em EPS, foi considerado pilares e vigas em algumas regiões da casa, isso se deve a cobertura da garagem e um pergolado em concreto armado na área gourmet. Foram levantados 8 pilares de 15x30 cm e vigas de 12x44 cm. Sendo estes dimensionamentos necessários para levantamento de concreto e conseqüentemente a realização da estimativa de aço e fôrma de acordo com o artigo de Yamura (2015).

A terceira etapa foi finalizada com a produção do relatório final, apresentando uma análise comparativa de custo entre o método construtivo com EPS e o método convencional.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de caracterizar a construtora a qual administra o objeto desta pesquisa segue algumas informações. Atua na área da construção civil há 19 anos, prestando serviços técnicos especializados, como projetos de arquitetura, projeto elétrico, hidrossanitários, fundação e reforço estrutural, atuando também em construções residenciais, comerciais e industriais. E sua experiência com o sistema construtivo de painel monolítico de EPS vem desde 2015, objetivando proporcionar soluções funcionais, sustentáveis e econômicas para a construção civil.

Neste contexto, esta empresa disponibilizou um projeto de uma residência que estava em execução, durante a etapa de coleta de dados, com 197,81m<sup>2</sup> de área construída, conforme Apêndice B, tendo apenas um pavimento com pé direito duplo de 6 metros de

altura na área da cozinha e sala de estar e nos demais ambientes pé direito de 2,90 metros.

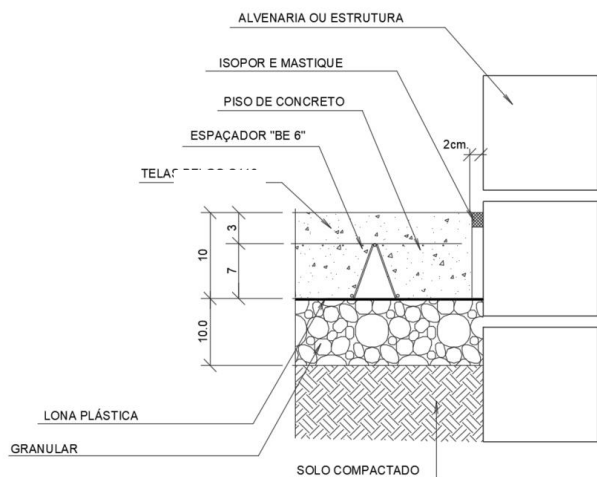
Com o projeto, foi possível realizar o levantamento de custos comparando o método construtivo em painel de EPS e método em concreto armado e vedação em bloco cerâmico.

Os quantitativos para composição do orçamento utilizando o EPS, foram realizados com base nos projetos fornecidos pela construtora. Já o orçamento em concreto armado, os quantitativos referentes aos projetos estruturais foram obtidos através de parâmetros de projetos com arquitetura similares a obra em questão, não faz parte do escopo dessa pesquisa o dimensionamento dos projetos estrutural ou de fundação.

#### 4.1 Etapas construtivas

A escolha da fundação é feita de acordo com o cálculo estrutural da edificação. Em se tratando de uma residência com o método construtivo em EPS, utilizou-se fundação do tipo radier, executado com 10 cm de espessura e com concreto  $f_{ck} = 25$  Mpa, sempre obedecendo as recomendações de projeto. Normalmente a armadura do radier é formado por tela de aço CA-60 soldada com malha de 2,45 x 6 m. Para se dá início a fundação do tipo radier, foi necessário compactar o solo é adicionar um lastro de brita de 10 cm, que se faz necessário a utilização de uma impermeabilização de lona plástica, em seguida realiza a colocação da tela belgo Q92 juntamente com o espaçador “BE 6”. Após essa etapa realizada, se inicia o lançamento do piso de concreto, conforme ilustrado na Figura 02.

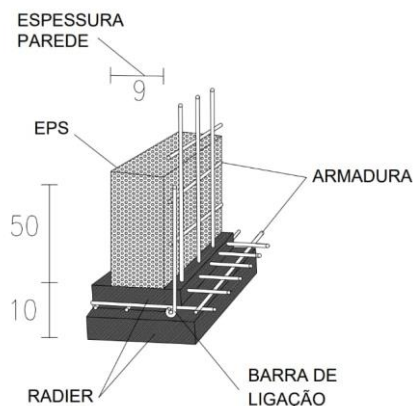
**Figura 02 – Detalhe da fundação em radier**



**Fonte: Detalhamento do projeto, 2021**

Após o piso de concreto finalizado, se inicia a montagem da base, colocando a barra de ligação engastada na fundação sendo 50 cm acima do piso, para ancoragem que alinhados pelo gabarito da obra que fica dispostos a 30 cm de distância entre si, conforme ilustrado na Figura 03.

**Figura 03 – Detalhe dos arranques da fundação para fixação dos painéis**



**Fonte: Detalhamento do projeto, 2021.**

Logo após a colocação das barras de ligação, começa à montagem dos painéis, após ser realizado toda a montagem coloca-se régua de alumínio que são fixadas horizontalmente nos painéis, as escoras são colocadas na diagonal e perpendicularmente as régua que são reguladas para garantir o prumo e alinhamento das paredes. Sabendo que o painel tem 10 cm de espessura, 3 m de comprimento e 1,20 m de largura. Conforme a Figura 04 pode-se observar a parede chapiscada.

**Figura 04 – Chapisco e escoramento dos painéis**



**Fonte: Arquivo da obra, 2021.**

Para a realização do chapisco foi utilizada argamassa com aditivo biancola, sendo projetado somente em uma única etapa na parede de EPS e executado por um funcionário especializado da obra. A utilização desse chapisco se deve pela sua aplicação ser do tipo projetada, afim também de proporcionar maior aderência no EPS.

Para execução da laje é necessário da parede chapiscada, pois esta já apresenta a resistência necessária para servir como escoramento, sendo necessário aguardar sete dias para executar o reboco.

#### 4.2 Análise Comparativa

Para o detalhamento de cada levantamento foi computado todo serviço para construção da fundação, estrutura, alvenaria, laje e acabamento de parede, como identificado na Tabela 1. E para o início do levantamento tem-se os serviços preliminares da casa em EPS, refere a movimentação de terra necessária, para o nivelamento do terreno, neste também está incluso os serviços iniciais como instalação provisória de água e energia, tapume e marcação de gabarito.

**Tabela 1 – Orçamento dos itens analisados para casa em EPS.**

| Descrição              | Custo total           |
|------------------------|-----------------------|
| Serviços Preliminares  | R\$ 5.671,88          |
| Infraestrutura         | R\$ 16.359,72         |
| Superestrutura         | R\$ 64.976,99         |
| Paredes                | R\$ 54.102,04         |
| Impermeabilização      | R\$ 1.467,62          |
| Revestimento de Parede | R\$ 49.302,94         |
| Contrapiso             | R\$ 4.893,68          |
| <b>TOTAL</b>           | <b>R\$ 196.774,86</b> |

**Fonte: Próprio autor (2021).**

Subsequente, como ilustrado na Tabela acima, a infraestrutura para a casa em EPS é composta por 16 estacas, 9 sapatas e radier de 10 cm, estando presente também o levantamento de escavação, de concreto, de fôrma e armadura. Já superestrutura considerou a armação, fôrma, e concreto nos pilares, vigas e lajes, somente em áreas específicas do projeto. Sendo a laje do tipo treliçada preenchida com EPS. A etapa de parede é os painéis em EPS, juntamente com a quantidade de telas e arames necessários. A impermeabilização contempla as áreas molhadas, já o revestimento de parede é o chapisco, emboço e reboco, e o contrapiso é a regularização do radier.

A Tabela 2 refere-se à composição do método convencional de concreto armado, tendo como infraestrutura estacas e blocos. Na superestrutura está pilares, vigas e lajes, com suas respectivas composições de aço, fôrmas e concreto. Na etapa de paredes está contemplando o quantitativo de alvenaria

em bloco cerâmico, verga, contraverga, telas de reforço, grauteamento e armações adicionais.

**Tabela 2 – Orçamento dos itens analisados para casa em concreto armado**

| Descrição              | Custo total           |
|------------------------|-----------------------|
| Serviços Preliminares  | R\$ 5.671,88          |
| Infraestrutura         | R\$ 24.339,71         |
| Superestrutura         | R\$ 91.011,94         |
| Paredes                | R\$ 38.603,76         |
| Impermeabilização      | R\$ 3.924,40          |
| Revestimento de Parede | R\$ 47.465,12         |
| Contrapiso             | R\$ 14.155,28         |
| <b>TOTAL</b>           | <b>R\$ 225.172,10</b> |

**Fonte: Próprio autor (2021).**

Com as Tabelas apresentadas anteriormente observa-se que o maior diferencial entre os métodos construtivos é na etapa de superestrutura, custando R\$91.011,94 para o método de concreto armado e parede em bloco cerâmico. E quando comparado com o método em EPS, vê-se uma economia de R\$ 26.034,95, aproximadamente 29%, como mostrado na Tabela 3. Essa economia na superestrutura se deve a redução de quantidade de pilares e vigas, conseqüentemente reduzindo a quantidade de aço, concreto e utilização de fôrma na obra, sendo substituído pelos painéis em EPS, pois este tem a função estrutural.

**Tabela 3 – Análise de custo por etapa construtiva**

| DESCRIÇÃO               | CUSTO TOTAL EPS (R\$) | CUSTO TOTAL CONCRETO ARMADO (R\$) | EPS X CONCRETO ARMADO (%) |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| SERVIÇOS PRELIMINARES   | 5.671,88              | 5.671,88                          | 0                         |
| INFRAESTRUTURA          | 16.359,72             | 24.339,71                         | 33                        |
| SUPERESTRUTURA          | 64.976,99             | 91.011,94                         | 29                        |
| PAREDES                 | 54.102,04             | 38.603,76                         | -40                       |
| IMPERMEABILIZAÇÃO       | 1.467,62              | 3.924,40                          | 63                        |
| REVESTIMENTOS DE PAREDE | 49.302,94             | 47.465,12                         | -4                        |
| CONTRAPISO              | 4.893,68              | 14.155,28                         | 65                        |

**Fonte: Próprio autor (2021).**

Outra etapa construtiva que se destaca é a economia do contrapiso para construção em EPS, isso devido a fundação ser do tipo radier, já apresentando a pavimentação da residência, sendo necessário apenas de uma regularização, antes da aplicação do revestimento de piso. Sua redução de gastos é de R\$ 9.261,60, equivalendo a 34,57% do contrapiso do método construtivo convencional. Pois para este será necessário realizar o piso de concreto.

A fase de infraestrutura utilizando o sistema monolítico, o tipo radier, também se torna mais viável,

devido à redução de mão-de-obra, execução mais ágil, além de menor taxa de aço, acarretando menor custo na obra, além de não necessitar de grandes demandas de escavação. Com a estrutura em concreto armado, a carga recebida nos pilares exige estruturas de fundações capazes de dissipar cargas de fundação, sendo necessário, blocos, estacas, conseqüentemente, aumentando a taxa de aço e o custo da fundação.

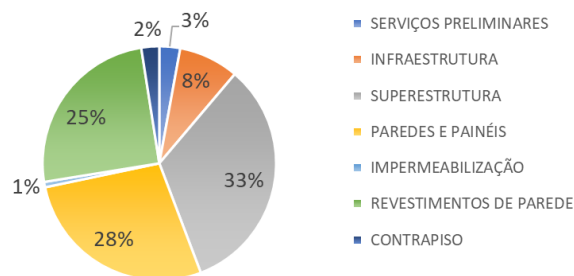
Em contrapartida, a etapa de parede e painéis apresentou alto custo, quando comparado com o método construtivo em alvenaria de bloco cerâmico. Para o levantamento de custo do serviço de instalação e fornecimento dos painéis em EPS, foi realizado uma composição unitária a partir de informações fornecidas pelo engenheiro da obra. Conforme Apêndice C, observa-se que foi utilizada malhas de aço galvanizada de 4,2 mm e 15x15 cm de espaçamento, corresponde a malha revestida no EPS, já a tela soldada galvanizada de 3,4 mm refere ao reforço nas proximidades das portas e esquadrias.

Esta composição resultou no custo de R\$ 104,40 por metro quadrado, equivalendo a 40% a mais do que o bloco cerâmico, ou seja R\$ 15,498,28. Um exemplo é a compra de tela soldada galvanizada para revestir o painel de EPS, não foi encontrado fornecedor deste material. Uma observação apontada pelo engenheiro da obra é com relação ao método executivo do EPS, segundo ele os serventes e mestre de obra apresentaram algumas dificuldades na execução, sendo necessário fazer troca de equipe. No entanto o painel em EPS traz mais agilidade e praticidade na obra. Quando se analisa a produtividade dos funcionários em obra o método construtivo em EPS ainda sim é mais vantajoso.

Na obra acompanhada, demorou duas semanas para a montagem dos painéis em EPS, tendo uma produtividade de 0,15 horas por metro quadrado. Enquanto a aplicação do bloco cerâmico levaria 5 semanas e 1 dia, tendo uma produtividade de 0,43 horas por metro quadrado. Com isso é possível notar que o custo da mão de obra também é superior para o método convencional, devido à grande duração da execução de tal atividade.

No Gráfico 1 pode-se visualizar de modo mais detalhada cada etapa estudada do sistema monolítico de painel de EPS como sistema estrutural. Nota-se que a superestrutura, composta por vigas, pilares e lajes, exige uma maior demanda financeira da obra, chegando a representar 33% do custo, quando comparada com as outras etapas. E essa quantidade presente no método em EPS se deve ao pergolado em concreto armado e uma laje em balanço na garagem, solicitado pela proprietária da residência.

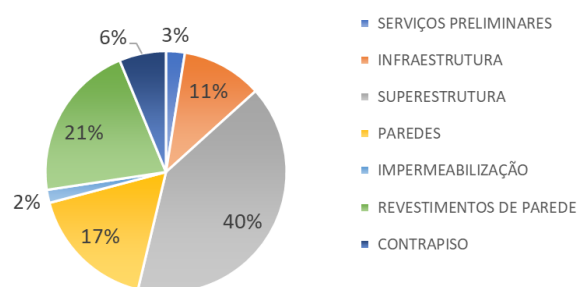
**Gráfico 1 – Custo das etapas analisadas em Painel de EPS**



**Fonte: Próprio autor (2021).**

Itens de pequena interferência, mas que cabe aqui informar é a diminuição de área de impermeabilização, isso se deve a não existência de viga baldrame no método com EPS, apresentando uma economia de R\$ 2.456,78, conforme mostrado no Gráfico 2, onde é apresentada o custo total das etapas construtivas estudadas, utilizando sistema convencional em alvenaria de bloco cerâmico.

**Gráfico 2 – Custo das etapas analisadas em Alvenaria Convencional**



**Fonte: Próprio autor (2021).**

Por outro lado, a etapa de revestimento de parede houve um aumento de 4%, pelo fato do chapisco ser realizado com a máquina de chapisco projetada, podendo ser locada ou comprada, aumentando o custo da obra. Vale salientar a necessidade da adição de aditivo para reboco, pelo fato de ser executado de forma jateada, além de sua aplicação ser em um material de poliestireno, necessitando que a argamassa apresente característica de maior aderência.

Ao comparar os dois métodos construtivos constituído pela etapa de infraestrutura, superestrutura, paredes e painéis, impermeabilização, revestimento de parede e contrapiso, observa-se que método monolítico apresentou uma redução de 12,61% em relação ao método convencional, economia de R\$ 28.397,23.

Além disso, a fundação do tipo radier juntamente com o método construtivo de painel de EPS proporcionam um canteiro de obra mais limpo e organizado, conforme Figura 2, da obra em estudo.

**Figura 02 – Radier e Painéis em EPS**



**Fonte: Arquivo da obra, 2021.**

Com os comparativos obtidos através dos Gráficos é notório a redução de custo da obra, até mesmo agilidade, por se tratar de um material de mais facilidade de manuseio na execução, pelo fato de estar trabalhando com materiais pré-fabricados, leves e de fácil manuseio.

## **5 CONCLUSÕES**

Nessa pesquisa foi realizada uma comparação dos métodos, entre o sistema construtivo monolítico e o construtivo de alvenaria convencional de blocos cerâmicos, que constatou o método mais vantajoso e economicamente sendo o sistema monolítico, havendo uma diferença de 12,61% no custo em relação a obra do método convencional com uma economia de R\$ 28.397,23.

Após todo o desenvolvimento desse estudo de caso no decorrer da pesquisa, foi possível observar as vantagens e desvantagens do sistema construtivo monolítico em painel simples. As vantagens são consideradas como agilidade na montagem, menor desperdício de material, bom isolante termoacústico, boa organização no canteiro de obra e redução à quantidade de mão de obra. E tendo como economia, a etapa da superestrutura que é a redução na quantidade de pilares e vigas, como também o aço e concreto com a diminuição de formas na obra, sendo substituído por painéis de EPS por ter uma função estrutural e ajudando a gerar uma economia melhor na obra.

Desta forma, foi observado que através de pesquisas e comparações do método construtivo monolítico, foi possível identificar que comparado ao método convencional de concreto armado de bloco cerâmico, apresenta uma boa agilidade na execução do fechamento das paredes de vedação, devido ao tamanho dos painéis de EPS comparado aos blocos cerâmicos.

EPS- Poliestireno Expandido, no geral, apresenta um baixo custo em relação ao sistema de alvenaria convencional cerâmica, por ser um sistema completamente pré-fabricado, possui maior qualidade do produto, mesmo com a utilização de mão de obra não especializada para o controle na montagem dos painéis. Pois, é um sistema leve com baixo peso próprio, atua como sistema estrutural, pois a malhas de aço colocadas em ambas as faces do EPS e ligadas entre si por conectores do mesmo material, possui resistência superior ao sistema estrutural de pilares e vigas.

Já em relação as desvantagens, foi possível identificar no decorrer da pesquisa, como exigência a mão de obra especializada, gerando uma certa dificuldade para encontrar profissionais nessa área. Foi encontrado também dificuldade na projeção do reboco, principalmente em períodos de chuva que o processo para a aplicação do reboco fica mais lento, pelo fato do chapisco ser aplicado antes da execução da laje.

Ainda assim, por ser um método pouco conhecido no mercado da construção, este apresenta uma certa dificuldade em encontrar o painel monolítico, fazendo com que o custo da obra se torne mais caro. Mas para um futuro próximo, tem a expectativa que o método construtivo com EPS ganhe mais espaço no setor da construção civil, trazendo mais confiança aos profissionais.

Como sugestão para trabalhos futuros, poderia ser feito um comparativo de custo da obra apresentando todas as etapas construtivas até a entrega da obra, tornando assim, um comparativo mais preciso, podendo ser apresentado para o proprietário antes mesmo da execução suas vantagens utilizando esse método conquistando a confiança do cliente e promovendo a sustentabilidade. Outra sugestão é o estudo das patologias presentes no sistema construtivo com EPS, pelo fato de ser um método de edificação ainda recente, se faz necessário um estudo de seus agravantes, para se fazer uma análise do ciclo de vida de uma edificação.

## **6 AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecemos a Deus, por ter permitido que tivéssemos saúde e determinação, para nunca desistir da trajetória acadêmica e sempre ter dado força para vencer momentos difíceis no decorrer dessa longa caminhada do curso. Somos gratas aos nossos pais por sempre nos apoiar e incentivar de que nós seríamos capazes de superar todos os obstáculos que a vida apresentou, no decorrer de todo nosso trajeto, acreditando que no final tudo terminaria bem.

Agradecemos também a professora Ma. Priscilla Borges de F. Rodrigues, pela orientação no decorrer



do semestre com a realização do trabalho final de curso, tendo paciência e confiança. Obrigada por sempre nos manter motivadas, sanando nossas dúvidas e colocando na direção correta durante todo o processo.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 7.1.1 Preparação das referências bibliográficas

- ABRAPEX. **Manual de Utilização – EPS** na construção civil. São Paulo: Pini, 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/18557172-Manual-de-utilizacao-eps-na-construcao-civil-1.html>>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.
- ABIQUIM. **Dados do Mercado**. São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.epsbrasil.eco.br/mercado.html>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.
- ABIQUIM. **Uso de EPS na construção civil**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/noticia/view/9/produtores-sugerem-ao-crescente-mercado-imobiliario-brasileiro-a-usar-eps.html%202017>>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.
- ALVES, João Pedro de Oliveira. **Sistema construtivo em painéis de EPS**. 2015. 221 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.
- AIRES, Taynara Ramos Batista, *et al.* **Poliestireno expandido: Vantagens e desvantagens de sua aplicação na construção civil**. 2018. Trabalho final de curso – Centro Universitário de Anápolis, UniEVANGÉLICA.
- 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. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- GOULART, Letícia Beraldo, *et al.* **Sistema construtivo monolítico em EPS**. 2018. Trabalho de Conclusão de curso- Centro Universitário de Mineiros.
- JACQUES, Felipe Barcellos. **Mercado brasileiro de poliestireno com ênfase no setor de eletrodomésticos**. 2010. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- JUNIOR, Achilles Pinheiro Bastos. **Análise de viabilidade econômica do método construtivo insulated concrete forms para construção de habitações**. 2018. Monografia (Bacharel em ciência e tecnologia) Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.
- MARCOS, Gerson de; MOREIRA, Diego. **Vantagens e desvantagens da utilização de blocos de poliestireno expandido como enchimento para lajes pré-moldadas em relação a lajota cerâmica convencional**. 2019. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Araraquara, 2019.
- MEDEIROS, Guilherme Álef Nóbrega. **Avaliação de paredes sanduíche em argamassa armada com núcleo de EPS**. 2017. Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- MOURA, João Vitor Souza; SANTOS, Marco Túlio FERREIRA. **A utilização do Poliestireno Expandido (EPS) na Construção Civil**. 2019. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel, Engenharia Civil) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2019.
- MUNDI - EPS. **Painel monolítico**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.mundi-eps.com.br/painel-monolitico.html>>. Acesso em: 22 de novembro de 2020.
- PONCIANO, Ana Paula da Silva; SILVA, Giovanna Lyssa. **Estudo comparativo entre sistemas de construção de alvenaria convencional e Monolite**. 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2019.
- SINAPI-GO. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil do Estado de Goiás. 2021. <<https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>>.
- VECHIATO, Amanda Maria Veanholi. **Estudo de Métodos Construtivos Inovadores com Poliestireno Expandido**. 2017. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.
- YAMURA, Fábio Kikuchi. **Projeto estrutural de edifícios em concreto armado e protendido- PEECAP**. 2015.. Trabalho de conclusão de curso (Pós-Graduação). Instituto de Ensino Superior Planalto – IESPLAN, 2015

## 8 ANEXOS E APÊNDICES

### Apêndice A – Questionário realizado ao engenheiro da obra

| <b>MÃO DE OBRA</b>  | <b>RESPOSTAS</b>  |
|---|---|
| Quando a obra foi iniciada? Devido a pandemia houve paralização   | Teve início em fevereiro de 2021 e ocorreu um intervalo de 14 dias em março   |
| A equipe é a mesma desde o início da obra?  | Não, houve uma troca depois da concretagem das sapatas  |
| Qual a quantidade de funcionários?  | 2 Pedreiros, 1 Servente e 1 Mestre de obra  |
| Quanto tempo foi gasto em cada etapa da obra? (Fundação; locação do EPS; chapisco)                                  | Fundação - 4 semanas / Locação do EPS - 2 semanas (uma para montagem e outra para locação na obra / Chapisco 1,5 semanas  |
| Quantos dias levou para realizar a fundação?  | 28 dias   |
| A montagem das placas é feita por quantos funcionários?   | 2 funcionários  |
| <b>FUNCIONAMENTO DA OBRA</b>  | <b>RESPOSTAS</b>  |
| O painel é comprado sem a malha de aço? Como é realizado o processo da malha no EPS?                                | Sim, fazemos a montagem dos painéis in loco, pois supervisionamos o processo e com isso aumentamos a qualidade e resistência de cada peça. Melhorando assim o desempenho do sistema   |
| Como foi feito a locação dos painéis?   | Utiliza-se arranques num intervalo de 50 centímetros de acordo com a marcação das paredes   |
| Quantos dias levou para realizar a locação dos painéis?   | 7 dias  |
| Como é feito os furos para instalações elétricas e hidráulicas?   | As instalações são passadas dentro dos painéis. São feitas marcações com spray nos painéis e depois usamos um soprador térmico para abrir o espaço necessário para a passagem das instalações   |
| Como é feito a ligação das placas para o pé direito duplo?  | As placas são colocadas uma em cima da outra até a altura necessária e por muita das vezes cortamos no tamanho especificado, conforme o projeto. Nas emendas de uma placa com a outra, são colocados trespasses, podendo ser colocado antes ou durante a montagem das placas. |
| Teve alguma etapa onde teve que ser refeita?  | Não   |
| A parede do reservatório também é de EPS?   | Sim   |
| <b>PLACAS DE EPS</b>  | <b>RESPOSTAS</b>  |
| Qual a especificação do EPS utilizado? (Dimensão, quantidade, fornecedor, tipo)                                     | TIPO 3F / DIMENSÕES: A-2m L-1,2m / QUANTIDADE - 220 PAINÉIS / ISOESTE   |
| <b>ORÇAMENTO</b>  | <b>RESPOSTAS</b>  |
| No orçamento apresentou algum estouro? (Quais materiais levou ao estouro)   | Não   |
| O tempo no planejamento ocorreu conforme proposto? Caso não, o que houve e o que foi feito para aproveitar o tempo? | Não pois a equipe de execução apresentou algumas dúvidas e atraso no fornecimento de materiais  |

Fonte: Próprio autor (2021).

## Apêndice B – Planta baixa da residência estudada



Fonte: Próprio autor (2021).

## Apêndice C – Composição unitária Paineis em EPS

| DESCRIÇÃO                                       | UNIDADE        | CONSUMO | PREÇO UNITÁRIO | CUSTO MATERIAL   | CUSTO MÃO DE OBRA | CUSTO UNITÁRIO    |
|---|----------------|---------|----------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Painel EPS - Classe 3F - 10 cm de espessura     | M <sup>2</sup> | 1,10    | R\$ 48,00      | R\$ 52,80        | R\$ -             | R\$ 52,80         |
| Arranque - Aço diam 10mm                        | KG             | 0,71    | R\$ 14,36      | R\$ 8,52         | R\$ 1,64          | R\$ 10,16         |
| Tela soldada galvanizada - diam 3,4 mm 10x10 cm | M <sup>2</sup> | 0,20    | R\$ 11,80      | R\$ 2,38         | R\$ -             | R\$ 2,38          |
| Tela soldada galvanizada - diam 4,2 mm 15x15 cm | M <sup>2</sup> | 2,38    | R\$ 11,80      | R\$ 28,04        | R\$ -             | R\$ 28,04         |
| Arame recozido 18 mm                            | KG             | 0,20    | R\$ 11,69      | R\$ 2,34         | R\$ -             | R\$ 2,34          |
| Servente  | H              | 0,15    | R\$ 14,71      | R\$ -            | R\$ 2,27          | R\$ 2,27          |
| Pedreiro  | H              | 0,31    | R\$ 20,77      | R\$ -            | R\$ 6,41          | R\$ 6,41          |
| <b>TOTAL</b>                                    |                |         |                | <b>R\$ 94,07</b> | <b>R\$ 10,32</b>  | <b>R\$ 104,40</b> |

Fonte: Próprio autor (2021).

## RESOLUÇÃO n°038/2020 – CEPE


### ANEXO I

#### APÊNDICE ao TCC

#### Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Brenda dos Santos Pereira e Janaína Moreira Mendes do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2015200250024-6 e 2015200250062-9, telefone: (62) 9 8574-3174 e (62) 9 9524-9496 e-mail [brendas.10@hotmail.com](mailto:brendas.10@hotmail.com) e [janainamoreiramendes39@gmail.com](mailto:janainamoreiramendes39@gmail.com), na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado *sim autorizo a publicação, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.*

Goiânia, 14 de junho de 2021.

Assinatura do(s) autor(es): 



Nome completo do autor: Brenda dos Santos Pereira

Janaína Moreira Mendes

Assinatura do professor-orientador: \_\_\_\_\_



Nome completo do professor-orientador: Priscilla Borges de Freitas Rodrigues