

SISTEMA CONSTRUTIVO EM PAINÉIS MONOLÍTICOS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) EM CASAS RESIDENCIAIS - ESTUDO DE CASO

Bueno, A. A.; Pinheiro, C. T.; Couto, A. B. P.

Escola Politécnica e de Artes

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia-Goiás-Brasil

RESUMO: Entre os novos materiais aplicados na construção civil, encontra-se o Poliestireno Expandido (EPS), que é um plástico celular rígido originado da polimerização do estireno em água, apresentando-se em diversas formas. O Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS) é formado por painéis de EPS com telas de aço, ligados à fundação por meio de arranques e posteriormente revestidos por uma argamassa estrutural. Este sistema tem sua credibilidade quanto à funcionalidade de seu comportamento estrutural, conforto térmico e impermeabilidade, atestada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT de São Paulo. Com a inexistência de uma norma específica para este sistema construtivo, utilizam-se as **NBR 7480** (ABNT, 2007), **SINAT n°011** e a **NBR 11173** (ABNT, 1990). O sistema construtivo apresenta como vantagens a rapidez na construção; isolamento termoacústico; menor impacto ambiental e a redução do peso da estrutura, sem reduzir a resistência da edificação, e apresenta como desvantagens, a necessidade de mão de obra e manutenção especializadas e cuidados especiais, em relação às instalações elétricas. No comparativo de custo feito em relação à alvenaria convencional de tijolo cerâmico de 9x19x29cm, há uma economia a cerca de 50%.

Palavras-chaves: EPS, Painéis monolíticos, Argamassa estrutural.

ABSTRACT: Among the new materials applied in civil construction is Expanded Polystyrene (EPS), which is a rigid cellular plastic originating from the polymerization of styrene in water, coming in different forms. The Construction System in Monolithic Expanded Polystyrene Panels (EPS) is made up of EPS panels with steel mesh, connected to the foundation by means of starters and subsequently covered by a structural mortar. This system has credibility regarding the functionality of its structural behavior, thermal comfort and impermeability, attested by the Technological Research Institute - IPT of São Paulo. As there is no specific standard for this construction system, NBR 7480 (ABNT, 2007), SINAT n°011 and NBR 11173 (ABNT, 1990) are used. The construction system has the advantages of speed in construction; thermoacoustic insulation; lower environmental impact and reduction in the weight of the structure, without reducing the resistance of the building, and presents as disadvantages, the need for specialized labor and maintenance and special care, in relation to electrical installations. In the cost comparison made in relation to conventional 9x19x29cm ceramic brick masonry, there is a saving of around 50%.

Keywords: EPS, Monolithic panels, Structural mortar.

1. Introdução

Na construção civil há grandes investimentos em pesquisas tecnológicas, o que garante uma evolução constante através da descoberta de novos materiais e técnicas. Entre estes novos materiais aplicados na construção civil encontra-se o Poliestireno Expandido, conhecido como EPS [1]. O EPS foi descoberto pelos químicos Fritz Stastny e Karl Buchholz, nos laboratórios da Fábrica de Anilinas e Soda de Baden (BASF) na Alemanha, no ano de 1949 e é utilizado na construção civil há pelo menos 30 anos [2].

A sigla EPS significa internacionalmente como Expanded Polystyrene, que quando traduzido para o português é tido como Poliestireno Expandido e ainda conhecido como “isopor em formato de pérola”. É oriundo do petróleo e tem como característica sua leveza, pois possui em sua composição 98% de ar e 2% de poliestireno [3]. O Poliestireno Expandido é um plástico celular rígido, devido à polimerização do estireno em água, podendo assim, apresentar diversas formas geométricas tornando-se uma espuma moldada constituída por um aglomerado de grânulos [4].

O Sistema Construtivo de Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido foi desenvolvido por volta do ano de 1980 por uma empresa italiana chamada Monolite, que passou a denominar o processo construtivo como Sistema Monolite. Este sistema é composto por painéis de EPS reforçados por telas eletrosoldadas de aço que são, posteriormente, revestidas por concreto (no caso estrutural – laje) ou argamassa (no caso de vedação – parede). Este sistema originou-se pela percepção das vantagens do emprego do EPS como material construtivo e das necessidades impostas pelo mercado italiano na época, porém, apenas em meados da década de 90, o sistema construtivo em painéis monolíticos chegou ao Brasil, quando o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo atestou a credibilidade do sistema quanto à funcionalidade de seu comportamento estrutural, conforto térmico e impermeabilidade [5].

O Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS), como mostra a Figura 1, consiste na utilização do poliestireno expandido (EPS) para a formação de painéis estruturais monolíticos, estruturas constituídas por um só bloco

revestidos por uma malha de aço galvanizado de alta resistência e posteriormente revestidas com reboco, feito com uma argamassa “especial”, também conhecida como argamassa estrutural.

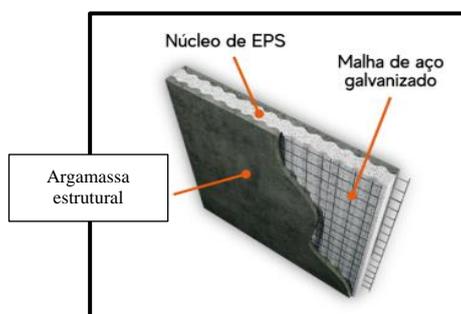


Figura 1 - Demonstração do Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de EPS.
Fonte: MONOLITE BRASIL, 2023.

Ressalta-se que esta técnica construtiva, com a utilização de paredes em EPS visando a redução dos insumos em obra e o aperfeiçoamento do método de painéis monolíticos, está tendo uma aceitação significativa no Brasil, podendo ser visto em obras de engenharia, como residências familiares e prédios de pequeno porte [6] [7].

Em Goiânia e região, existem algumas empresas que já utilizam este Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS). Por ser um material inovador, ainda se apresenta em pequena escala, principalmente pela cultura regional conservadora, a falta de divulgação desse sistema, a insegurança ao “novo” e ainda a falta de normatização e conseqüentemente dificuldades com financiamentos.

Mesmo que não tenha uma norma específica para o sistema construtivo em questão, os construtores se apoiam à **NBR 7480** da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2007) – “Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado de acordo com a tela de aço soldada”; ao Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (**SINAT**), **nº011** – “Diretriz para Avaliação Técnica de Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido, aço e argamassa, microconcreto ou concreto” e à norma **NBR 11173** (ABNT, 1990) – “Projeto e Execução de argamassa armada” [8].

O presente trabalho tem como objetivo analisar a construção de uma casa residencial

apontando pontos importantes sobre esse sistema, além de apresentar um comparativo de custo em relação à alvenaria convencional de tijolo cerâmico de 9x19x29cm. Os objetivos específicos são conceituar as etapas do Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS), expondo suas características e técnicas utilizadas no método; analisar a eficiência e desempenho de acordo com o acompanhamento, passo a passo, da execução “*in loco*” do Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS) segundo seus principais aspectos; apresentar um comparativo de custo entre o Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS) e o sistema de alvenaria convencional e ainda apontar as vantagens e desvantagens do método construtivo.

2. Materiais e Métodos

Para este trabalho de Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS) em Casa Residenciais - Estudo de Caso, foi feito o acompanhamento do processo executivo e suas principais características e feita a análise da eficiência e desempenho do sistema em questão segundo os principais aspectos construtivos realizando-se um comparativo de custo com o sistema de alvenaria convencional (bloco cerâmico de 9x19x29cm) e por fim apresentando as vantagens e desvantagens do sistema. O acompanhamento dos serviços, passo a passo, “*in loco*” foi feito em uma obra residencial no município de Senador Canedo, com área de 50m², com uma fundação feita em Radier.

Em relação ao comparativo de custo proposto, entre o sistema construtivo em painéis monolíticos de poliestireno expandido e o sistema convencional de paredes de blocos cerâmicos 9x19x29cm, foram utilizadas para o sistema de alvenaria convencional, as composições do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) em NOV/2023; e para o Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de EPS, as composições utilizadas foram fornecidas pela Empresa, do objeto de estudo.

3. Resultados e Discussão

O sistema construtivo em painéis monolíticos de poliestireno expandido permite a construção de casas e edifícios dos mais simples aos mais complexos, de até quatro andares,

sem a necessidade de pilares ou vigas, pois, o próprio método construtivo sustenta a edificação, transmitindo uniformemente as cargas para as fundações [9].

O sistema construtivo em painéis monolíticos de EPS é produzido industrialmente e constituído por placas de poliestireno expandido (EPS), localizado no centro, que possibilitam uma resistência ao fogo e isolamento térmico, podendo ser de grandes dimensões com malhas de aço leves e de alta resistência, soldadas entre si e interligadas por barras de aço; essas malhas têm função estrutural e após a sua montagem e instalação, uma camada de argamassa “especial” deve ser aplicada sobre a estrutura para finalização. Esse sistema diminui consideravelmente as dimensões das fundações da estrutura devido ao peso dela ser menor que as convencionais, o que implica em redução de aço e, conseqüentemente, redução de gastos com materiais, proporcionando um melhor gerenciamento da obra e um custo final menor, o que tem chamado a atenção de muitos profissionais da área [5].

A seguir são mostradas, como proposto, as etapas do sistema construtivo em questão:

3.1 Execução de Fundação

Em qualquer empreendimento, antes de se executar a fundação, se fazem necessárias a sondagem e a verificação das condições do terreno, que geralmente, antecedem os serviços de limpeza, escavação, aterro e compactação do solo. A fundação é feita de acordo com o cálculo estrutural e depende do estudo de solo do local. Cada projeto determina o tipo de fundação a ser utilizado [10].

A fundação conveniente para esse método é o radier. O radier é uma fundação superficial, que consiste em uma laje de concreto armado que distribui toda a carga da edificação de maneira uniforme sobre o solo. Algumas das vantagens desse tipo de fundação são: rapidez na execução, redução de mão de obra, redução da quantidade de fôrmas e redução máxima de recalques diferenciais [11]. No estudo de caso em questão, foi feito o radier (Foto 1).

Para execução do radier foi realizada a locação e marcação do mesmo e também dos pontos hidráulicos e elétricos seguindo orientações do projeto. Foi feita a escavação de valas para instalação das fôrmas; em seguida foi feita a aplicação de camada de brita 01 (com espessura de 5cm) e a colocação de uma lona preta sobre a mesma (Foto 2); sobre a lona preta foi aplicado um concreto magro de 5cm e posteriormente, colocado as malhas de aço de acordo com projeto. A armadura aplicada no radier foi constituída por tela de aço CA-60, dupla para recebimento de cargas positivas e negativas, determinado pelo projeto estrutural, levando-se em consideração as forças atuantes e as condições do solo local.



Foto 1 – Radier.
Fonte: Próprio autor.



Foto 2 – Lona preta posicionada no radier.
Fonte: Próprio autor.

Antes da concretagem do radier foi feita a conferência de nivelamento da fôrma e dos pontos hidráulicos e elétricos. A resistência do concreto para o radier do estudo de caso em questão, foi definida, levando-se em consideração os aspectos de durabilidade e resistência da estrutura, de acordo com o projeto, com espessura de 20 cm; após a concretagem foi feita uma cura úmida por 72 horas para evitar a evaporação da água e aparecimento de trincas.

3.2 Fixação de Barras – Arranques

Para a fixação dos painéis são disponibilizados arranques que podem ser executados de duas diferentes formas, a depender do projeto. Na primeira forma, os arranques são fixados antes da concretagem e em aço de $\varnothing 5\text{mm}$ com 30cm acima do piso, alinhados pelo gabarito da obra, com o ponto inicial da parede a 25cm e os demais a 50cm de distância entre si. Na segunda forma, executada no estudo de caso em questão (Foto 3), os arranques são fixados no radier, após a concretagem, com profundidade de no mínimo 10cm (podendo variar conforme espessura do radier) e com perfurações feitas à partir das extremidades a uma distância de 20cm e espaçamento entre cada furo de 50cm intercalando 25cm entre face interna e externa; para a demarcação destes pontos são utilizados um esquema de perfuração

com uma furadeira, “tipo martetele”, e posteriormente as barras são fixadas por meio de um adesivo epóxi [12].



Foto 3 – Arranques fixados após a concretagem.
Fonte: Próprio autor.

Ao terminar a fixação das barras de ancoragem, iniciou-se o processo de marcação dos painéis monolíticos de EPS, propriamente dito, na fundação. Para essa fixação, foi feita a limpeza da área de fundação junto às barras de ancoragem; as marcações foram feitas posteriormente, de acordo com a planta baixa de montagem, com tinta spray (Foto 4) na mesma posição e com o mesmo código indicado na planta baixa de montagem (Foto 5).



Foto 4 – Marcação feita com tinta spray.
Fonte: Próprio autor.

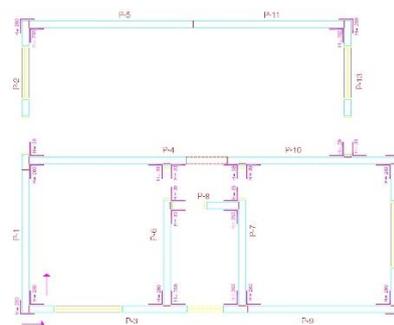


Foto 5 – Planta baixa de montagem.
Fonte: Material fornecido pela Empresa.

3.3 Armazenamento e Instalação dos Painéis Monolíticos de EPS com Malha de Aço

O armazenamento dos painéis e telas de aço no local da obra foi feito ao ar livre, pois a montagem foi executada no mesmo dia; caso necessário deve ser armazenado em lugares cobertos. Como todos os painéis monolíticos recebem um código, é preferível armazenar os mesmos de forma a facilitar o esquema de montagem conforme a localização e identificação de cada painel, acomodados de forma perpendicular e apoiados sobre paletes.

O procedimento de instalação e fixação dos mesmos junto às barras de ancoragem foi feito conforme marcação realizada anteriormente; a montagem foi iniciada pelos cantos das paredes, sendo os painéis monolíticos encaixados às barras de maneira que elas fiquem entre o EPS e a malha de aço (Foto 6); para a amarração da tela de aço junto às barras de

ancoragem utilizou-se arame recozido nº18.



Foto 6 – Painel monolítico encaixado às barras.
Fonte: Próprio autor.

Em seguida, foi feito o escoramento do painel utilizando-se ripas de 5x2,5cm e feita a verificação do prumo. Depois da fixação e verificação do prumo dos painéis monolíticos de EPS, realizou-se a montagem dos mesmos e, para unir os painéis, foi feito o transpasse, entre as telas de aço de cada painel amarrado, com arame de aço recozido.

A amarração dos painéis de canto com ângulo de 90° foi feita utilizando-se um acessório de reforço do tipo “malha angular” (Foto 7) para unir e fixar os painéis nas faces internas e externas; outro tipo de amarração é no formato em “T”, onde se utiliza acessório de reforço para unir e fixar os painéis em ambos lados; a malha utilizada para reforçar os cantos tem dimensões de 15x15cm com diâmetro de 3,4mm e altura igual o pé direito da edificação.

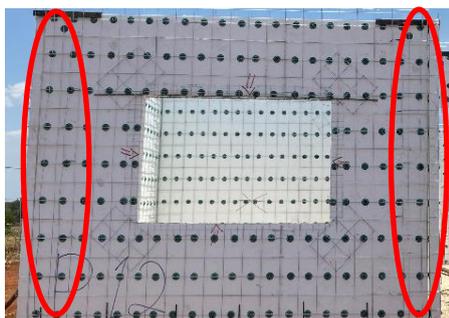


Foto 7 – Reforço tipo “malha angular”.
Fonte: Próprio autor.

No Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de EPS, utilizou-se malha de reforço nos quatro vértices das aberturas de janelas, formando um ângulo de 45° em relação ao plano paralelo da janela (Foto 8), com a utilização de arame de aço recozido para realizar a sua fixação em ambas as faces como verga e contraverga, evitando-se futuros aparecimentos de patologias nessas regiões.

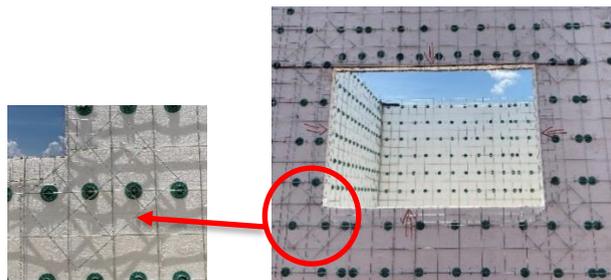


Foto 8 – Reforço nos quatro vértices das aberturas de janela.
Fonte: Próprio autor.

Outro reforço importante realizado, foi nas faces perimetrais das janelas, utilizando-se malha soldada de aço galvanizado 5x5cm tipo “U” em todos os perímetros da mesma (Foto 9), em ambas as faces, com largura de 20cm, conforme definido no projeto estrutural e fixada com o uso de arame de aço recozido. Foram colocadas, também, barras de aço com diâmetro de $\varnothing 8\text{mm}$ nos vãos superiores de janelas, fazendo um transpasse de pelo menos 30cm.

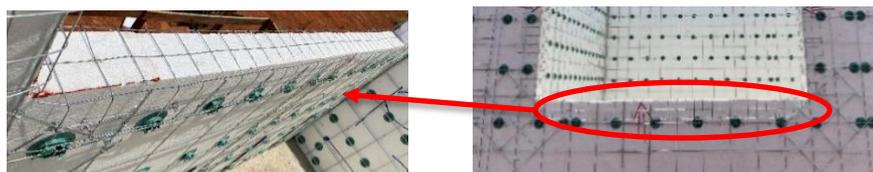


Foto 9 – Reforço tipo “U” no perímetro da janela.
Fonte: Próprio autor.

Os reforços para as portas foram feitos utilizando-se malha soldada de aço galvanizado 5x5cm tipo “U” (Foto 10) nos perímetros das mesmas em ambas as faces, internas e externas, avançando 20cm pelo painel de EPS; a fixação da malha de reforço foi feita utilizando-se arame de aço recozido. Também foi feita a instalação da malha de reforço 15x15cm nos vértices superiores da porta formando um ângulo de 45° em relação ao plano paralelo da face superior. Utilizou-se arame recozido para realizar a fixação da malha de reforço junto à tela de aço do painel de EPS. A colocação de barras de aço com diâmetro de $\varnothing 8\text{mm}$ nos vãos superiores de portas fazendo um transpasse de pelo menos 30cm.

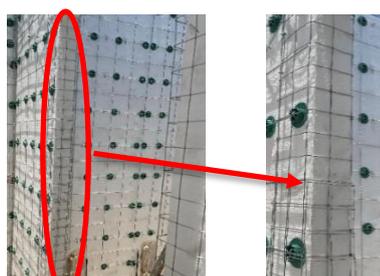


Foto 10 – Reforço tipo “U” nas portas.
Fonte: Próprio autor.

3.4 Instalações Hidráulicas e Elétricas

Após a realização da montagem dos painéis monolíticos e dos reforços necessários, iniciou-se a instalação das tubulações; para isto, fez-se aberturas de sulcos (Foto 11) nos painéis monolíticos de EPS seguindo os projetos elétricos e hidráulicos, com a utilização de um soprador térmico (Foto 11), o qual o EPS se molda a partir da projeção do ar quente; em seguida, foram feitas a introdução das tubulações posicionando-as entre o EPS e a tela de aço e fixando-as com arame na própria tela (Foto 11).

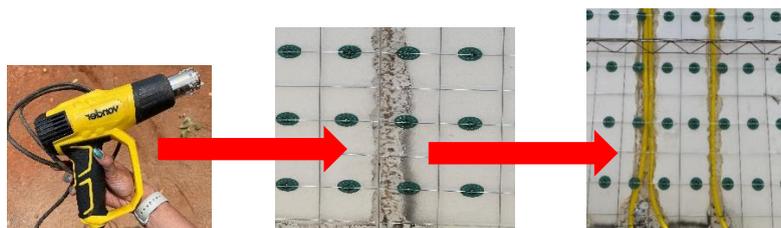


Foto 11 – Soprador, sulcos abertos e instalações posicionadas.

Fonte: Próprio autor.

3.5 Execução de Revestimento da Parede

Para execução do revestimento da parede, foram colocadas guias de madeira que servem para manter o reenquadramento de portas e janelas durante a aplicação do revestimento.

Concluídas as etapas de passagem das tubulações elétricas e hidráulicas, escoramentos e reforços, foi realizada a aplicação do revestimento. Para a eficiência dessa etapa, utilizou-se argamassa industrializada combinada com o uso de equipamento com projeção da mesma, assim há redução de 50% do tempo em comparação ao método tradicional de lançamento e produção de argamassa.

3.5.1 Chapisco

Primeiramente, foi feita a fixação das taliscas no painel que servirá de referência para definir a espessura final do reboco (3cm em ambas as faces) utilizando-se prumo e régua para realizar o alinhamento entre as taliscas no painel monolítico. Depois foi feita a aplicação da camada de chapisco (Foto 12) no traço 1:3 com adição de 50g de fibra de vidro 20mm (Foto 13) para cada saco de cimento e 100 a 150ml de aditivo plastificante a cada saco de cimento sobre a superfície do painel monolítico de EPS até cobrir as telas de aço; em seguida, aguarda-se de 3 a 5 dias para a cura levando-se em consideração as condições

de temperatura e umidade do ar.



Foto 12 - Chapisco.
Fonte: Próprio autor.



Foto 13 – Fibra de vidro adicionada ao chapisco.
Fonte: Próprio autor.

3.5.2 Argamassa Estrutural - Reboco

Após a finalização da aplicação do chapisco, iniciou-se a execução da camada de reboco feita com a argamassa estrutural, que é um traço com 06 latas de areia, 01 saco de cimento, 75g de fibra de vidro (Foto 13) e 200ml de aditivo de polímero para argamassa para painéis monolíticos da empresa Aditive – monomassa (Foto 14). No estudo de caso em questão, o revestimento argamassado (reboco) foi o projetado, utilizando-se uma máquina projetora e em seguida realizou-se o sarrafeamento e desempeno para correção do nivelamento do mesmo (Foto 15).



Foto 14 – Monomassa.
Fonte: Material fornecido pela Empresa.



Foto 15 – Sarrafeamento e desempeno do reboco.
Fonte: Próprio autor.

3.5.3 Acabamento Final

O Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de EPS permite a realização de acabamento final das paredes internas e externas da mesma forma utilizada no sistema convencional, como a realização de pinturas, aplicação de revestimento cerâmico e pedras. No caso em específico, o acabamento será em pintura texturizada.

3.6 Vantagens e Desvantagens

Assim como qualquer método construtivo, existem vantagens e desvantagens. No Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de EPS, temos como vantagens a facilidade de

reciclagem e sua isolamento térmica, por garantir maior conforto interno resultando na economia de energia [13]; propriedades físicas e biológicas, onde pode-se citar a grande resistência mecânica, extrema leveza, versatilidade geométrica, isolamento térmico e acústico, densidade, estabilidade dimensional, estabilidade em razão da temperatura, material 100% reciclável, não danoso ao meio ambiente e não reagente a microrganismos [14].

Contudo, também possui desvantagens, quais sejam: pouca ou quase nenhuma mão de obra especializada para a execução; limitação da construção em até 4 pavimentos, salvo para os casos de construção mista; o custo inicial do material é elevado, mas compensado com a redução da mão de obra; pouco conhecimento por parte de engenheiros sobre o produto e suas propriedades, dificultando em nível de cálculo e dimensionamento da estrutura; falta de conhecimento do produto por parte da população [15].

3.7 Comparativo de Custo com o Sistema Convencional de Bloco Cerâmico

De acordo com o objetivo proposto, foi feito um comparativo de custo entre o sistema convencional de bloco cerâmico de 9x19x29cm em relação ao sistema em painéis monolíticos de EPS. No sistema convencional, vale ressaltar que optou-se pelo concreto rodado na obra, por ser uma casa popular. A seguir, as composições utilizadas em cada um destes sistemas:

- a) Composição da estrutura (pilar e viga) do sistema convencional em bloco cerâmico de 9x19x29cm (m²)

| PILARES | | | | | |
|---|---------|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| MATERIAIS | UNIDADE | COEFICIENTE | VALOR UNITÁRIO (R\$) | VALOR M.O. (R\$) | VALOR MATERIAL (R\$) |
| CHAPA/PAINEL DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA (MADEIRITE PLASTIFICADO) PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2200 x 1100 MM, E = *17* MM | M2 | 1,336 | 96,00 | - | 128,26 |
| PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA | M | 2,308 | 9,35 | - | 21,58 |
| SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA | M | 9,237 | 7,41 | - | 68,45 |
| AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,25 | 12,50 | 3,13 | - |
| CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 1,18 | 22,50 | 26,55 | - |
| ESPACADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM | Unid. | 0,543 | 0,50 | - | 0,27 |
| ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M) | KG | 0,025 | 17,00 | - | 0,43 |
| AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,0064 | 12,50 | 0,08 | - |

| MATERIAIS | UNIDADE | COEFICIENTE | VALOR UNITÁRIO (R\$) | VALOR M.O. (R\$) | VALOR MATERIAL (R\$) |
|---|-------------------|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,0392 | 22,50 | 0,88 | - |
| CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 190 +/- 20 MM | M³ | 1,103 | 0,99 | - | 1,10 |
| CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 2,459 | 22,50 | 55,33 | - |
| PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 2,459 | 18,75 | 46,11 | - |
| SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 7,377 | 12,50 | 92,21 | - |
| VALOR TOTAL/M² | R\$ 444,36 | | | | |

| VIGAS | | | | | |
|---|-------------------|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| MATERIAIS | UNIDADE | COEFICIENTE | VALOR UNITÁRIO (R\$) | VALOR M.O. (R\$) | VALOR MATERIAL (R\$) |
| CHAPA/PAINEL DE MADEIRA COMPENSADA PLASTIFICADA (MADEIRITE PLASTIFICADO) PARA FORMA DE CONCRETO, DE 2200 x 1100 MM, E = *17* MM | M2 | 1,146 | 96,00 | - | 110,02 |
| PONTALETE *7,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA | M | 0,166 | 9,35 | - | 1,55 |
| SARRAFO *2,5 X 7,5* CM EM PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA | M | 6,952 | 7,41 | - | 51,51 |
| AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,202 | 12,50 | 2,53 | - |
| CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,911 | 22,50 | 20,50 | - |
| ESPAÇADOR / DISTANCIADOR CIRCULAR COM ENTRADA LATERAL, EM PLASTICO, PARA VERGALHAO *4,2 A 12,5* MM, COBRIMENTO 20 MM | Unid. | 0,543 | 0,50 | - | 0,27 |
| ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M) | KG | 0,025 | 17,00 | - | 0,43 |
| AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,0064 | 12,50 | 0,08 | - |
| ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,0392 | 22,50 | 0,88 | - |
| CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C25, COM BRITA 0 E 1, SLUMP = 190 +/- 20 MM | M³ | 1,103 | 0,99 | - | 1,10 |
| CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,186 | 22,50 | 4,19 | - |
| PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 1,119 | 18,75 | 20,98 | - |
| SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 1,192 | 12,50 | 14,90 | - |
| VALOR TOTAL/M² | R\$ 228,93 | | | | |

Legenda: Fôrmas Aço Concretagem

b) Composição da alvenaria de vedação com revestimento argamassado do sistema convencional em bloco cerâmico de 9x19x29cm (m²)

| ALVENARIA/CHAPISCO/REBOCO | | | | | |
|--|------------------|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| MATERIAIS | UNIDADE | COEFICIENTE | VALOR UNITÁRIO (R\$) | VALOR M.O. (R\$) | VALOR MATERIAL (R\$) |
| BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 8 FUR0S NA HORIZONTAL, 9 X 19 X 29 CM (L X A X C) | Unid. | 18,87 | 1,00 | - | 18,87 |
| ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L | M³ | 0,0077 | 1,23 | - | 0,01 |
| PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,77 | 18,75 | 14,44 | - |
| SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,385 | 12,50 | 4,81 | - |
| ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA GROSSA ÚMIDA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L | M³ | 0,0037 | 0,83 | - | 0,00 |
| PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,0681 | 18,75 | 1,28 | - |
| SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,0255 | 12,50 | 0,32 | - |
| ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L | M³ | 0,0314 | 1,23 | - | 0,04 |
| PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,679 | 18,75 | 12,73 | - |
| SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | H | 0,679 | 12,50 | 8,49 | - |
| VALOR TOTAL/M² | R\$ 60,99 | | | | |

c) Composição do painel monolítico de EPS (vedação/estrutura) (m²)

| PAINEL MONOLÍTICO DE EPS | | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| MATERIAIS | UNIDADE | COEFICIENTE | VALOR UNITÁRIO (R\$) | VALOR M.O. (R\$) | VALOR MATERIAL (R\$) |
| Espaçador | Unid. | 35 | 0,20 | - | 7,00 |
| Malha Pop Q6 | M ² | 2 | 30,00 | - | 60,00 |
| EPS F3 | M ² | 1 | 40,00 | - | 40,00 |
| Eixos de Ligação | Unid. | 35 | 0,28 | - | 9,80 |
| Ajudante | H | 1 | 12,50 | - | 12,50 |
| Pedreiro | H | 1 | 12,50 | - | 12,50 |
| VALOR TOTAL/M² | | | R\$ | 141,80 | |

d) Composição da argamassa estrutural do painel monolítico de EPS (m²)

| ARGAMASSA ESTRUTURAL | | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------------|----------------------|------------------|----------------------|
| MATERIAIS | UNIDADE | COEFICIENTE | VALOR UNITÁRIO (R\$) | VALOR M.O. (R\$) | VALOR MATERIAL (R\$) |
| Areia | M ³ | 1 | 120,00 | - | 120,00 |
| Aditivo | L | 0,2 | 30,00 | - | 6,00 |
| Fibra de Vidro | G | 0,1667 | 22,00 | - | 3,67 |
| Cimento | Sc | 1 | 29,71 | - | 29,71 |
| Mão de Obra | H | 1 | 68,75 | - | 68,75 |
| VALOR TOTAL/M² | | | R\$ | 228,13 | |

Observa-se que, na composições do sistema convencional em bloco cerâmico de 9x19x29cm com pilares e vigas, obteve-se um custo de R\$673,29/m² construído para o sistema estrutural e um custo de R\$60,99/m² para vedação em bloco cerâmico; já no sistema em painéis monolíticos de EPS tem-se um custo de R\$141,80/m² para os painéis e um custo de R\$228,13/m² construído para argamassa estrutural.

4. Conclusão

Após estudo de caso realizado e de acordo com o objetivo proposto, de acompanhamento “*in loco*” da execução de uma casa residencial de 50m² em Senador Canedo/GO no Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS), conclui-se a existência de vantagens como rapidez na execução, redução de custos e menor impacto ambiental e de desvantagens como necessidade de mão de obra especializada e limitação na altura das construções. Também, observa-se que, no sistema convencional, a estrutura somada à alvenaria e ao revestimento argamassado, ficou no valor de R\$734,28/m² e já no sistema em painéis monolíticos (estrutura somada à argamassa estrutural/reboco), ficou no valor total de R\$369,93/m². Conclui-se, portanto, que há uma economia de 50,38% na escolha do Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS), levando-se, ainda, em consideração, a economia no tempo

de execução, pois os painéis monolíticos são elementos únicos e sua montagem é feita em um tempo muito menor.

5. Referências Bibliográficas

1. Berlofa, A.: A viabilidade do uso do poliestireno expandido na indústria da construção civil. São Paulo (2009).
2. Associação Brasileira do Poliestireno Expandido – ABRAPEX: Manual de utilização de EPS na construção civil. Pini, São Paulo (2006).
3. Mendes, P. F. S.: Isolamentos térmicos em edifícios e seu contributo para a eficiência energética. Porto (2012).
4. Santos, R.: Estudo térmico e de materiais de um compósito a base de gesso e EPS para construção de casas populares. Natal (2008).
5. Bertoldi, R. H.: Caracterização de sistema construtivo com vedações constituídas por argamassa, projetada revestindo núcleo composto de poliestireno expandido e telas de aço. Florianópolis (2007).
6. Brasileiro, L.L.: Revisão bibliográfica: Reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. (2015).
7. Nagalli, A.: Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. São Paulo (2014).
8. Nogueira, D. F.: Aspectos construtivos e de dimensionamento de uma habitação unifamiliar em painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS). Goiânia (2022).
9. Alves, J. P. de O.: Sistema construtivo em painéis de EPS. Brasília (2015).
10. Costa, L. F. T.: Casa de EPS: análise do uso dos painéis monolíticos de poliestireno expandido em construções residenciais. Maceió (2019).
11. Medeiros, G. Á. N.: Avaliação de paredes sanduíche em argamassa armada com núcleo de EPS. João Pessoa (2017).
12. Isorecort.: Monopainel Isorecort – Ebook: Saiba como construir com painéis monolíticos de EPS. Ribeirão Pires (2021).
13. Paula, L.; Leite, R.A.; Morais, R. J.; Fonseca, T. M.; Duarte, D.; Melo, V.: Sistema de construção utilizando o isopor para confecção de parede. São Paulo (2018).
14. Reynoso, J.: Casas estructuradas con centro de poliestireno expandido. Lima – Peru (2017).
15. Gomes, J.B.M.; Oliveira, L.G.P.; Gomes, O.D.B.: Sistema construtivo em painel monolítico de EPS: estudo do processo executivo. Pouso Alegre (2021).



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1009 • Sotor Universitário
Caixa Postal 90 • CEP 74095-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (02) 3940.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante André Alves Bueno do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2016.1.0025.0859-9, telefone: (62)99150-4919, e-mail andrebueno8@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 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 Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS), em casas residenciais – Estudo de Caso, 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, 04 de dezembro de 2023.

Assinatura do autor: André A. Bueno

Nome completo do autor: André Alves Bueno

Assinatura do professor-orientador: ABV

Nome completo do professor-orientador: Adriane Borges de Paula Couto



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1009 • Setor Universitário
Caixa Postal 88 • CEP 74005-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3040.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

A estudante Caroline Teles Pinheiro do Curso de Engenharia Civil, matrícula 2017.1.0025.0284-9, telefone: (62)99933-5553, e-mail: carol.teles.pinheiro@hotmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 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 Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de Poliestireno Expandido (EPS), em casas residenciais – Estudo de Caso, 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, 04 de dezembro de 2023.

Assinatura do autor: Caroline Teles Pinheiro

Nome completo do autor: Caroline Teles Pinheiro

Assinatura do professor-orientador: Adriane Borges de Paula Couto

Nome completo do professor-orientador: Adriane Borges de Paula Couto