

ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAINÉIS MONOLÍTICOS DE EPS EM RELAÇÃO À ALVENARIA CONVENCIONAL: ESTUDO DE CASO

GASPARINI, Beatriz (1); PELISSONI, Flávia Martins (2); SOUZA, Izabela Miranda (3); DORIGUETTO, Carla Olivier (4); VALONGO, Messias (5); MURARI, Alexandre Rodriguez (6); SILVA, Camila Rodrigues (7); BALDAN, Victor José dos Santos (8)

- (1) Engenharia Civil, Centro Universitário Salesiano de São Paulo – Campus Maria Auxiliadora, beatriz-gasparini@outlook.com;
- (2) Engenharia Civil, Centro Universitário Salesiano de São Paulo – Campus Maria Auxiliadora, flaviapelisconi@hotmail.com;
- (3) Engenharia Civil, Centro Universitário Salesiano de São Paulo – Campus Maria Auxiliadora, izabelammiranda@gmail.com;
- (4) Engenharia Civil, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, carla_doriguetto@hotmail.com;
- (5) Engenharia Civil, Faculdades Integradas Einstein de Limeira, valongomessias@gmail.com;
- (6) Engenharia Civil, Instituto de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, alexandre.murari@usp.br;
- (7) Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de São Paulo, camilasil.arq@usp.br;
- (8) Engenharia Civil, Centro Universitário Salesiano de São Paulo – Campus Maria Auxiliadora, victor.baldan@unisal.br

Resumo: *Dentre os diversos sistemas construtivos existentes, o mais comum no Brasil é o composto por alvenaria convencional de tijolos cerâmicos. Este método, entretanto, gera grande volume de resíduos sólidos, além de ter longo prazo de execução, e custos de certa forma, elevados. Várias alternativas a este método surgiram com o intuito de minimizar os impactos ambientais, otimizar e racionalizar as obras civis, como por exemplo, os painéis de EPS, também conhecidos como Insulated Concrete Forms (ICF). O presente trabalho visou comparar os custos e prazos para execução do subsistema de alvenaria de uma residência unifamiliar através do sistema monolítico de painéis de EPS e de alvenaria convencional. A partir de um estudo de caso, foram elaborados planilhas de custos e cronogramas físicos, a fim de possibilitar a avaliação comparativa do subsistema de alvenaria entre os sistemas escolhidos. Através dos dados obtidos, constatou-se que com a utilização do sistema construtivo de painéis monolíticos de EPS, há redução de custos e tempo de conclusão da obra quando comparado à alvenaria convencional, sendo assim, vantajoso do ponto de vista financeiro e inovador para a construção civil.*

Palavras-chave: *Alvenaria convencional, painéis de EPS, ICF, sistemas construtivos, construção civil.*

Área do Conhecimento: *Área, subgrupo (Processos Construtivos), Temática no evento (Tecnologia de sistemas construtivos)*

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil tradicionalmente é constituída por elementos de alvenaria – pedras, tijolos, blocos ou outros materiais, ligados ou não com argamassa, que compõem paredes, muros e sistemas de fundações, geralmente executada de forma artesanal, sem produção seriada e com a aplicação muitas vezes inadequada de mão de obra e equipamentos.

Por isso, ao longo dos últimos anos, as construtoras buscam racionalizar seus processos construtivos, ou seja, simplificar e reduzir perdas e, conseqüentemente, aumentar sua produtividade principalmente no que se refere ao subsistema de alvenaria, que demanda grande quantidade de materiais e mão de obra envolvida. Diversos sistemas construtivos têm se destacado no mercado como alternativas à alvenaria tradicional ou convencional, como os pré-fabricados de concreto, *Steel Frame* e a utilização de painéis de EPS. [1]

O método construtivo de painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS) desenvolvido por volta de 1980 – sendo denominado método “Monolite”, fora criado para atender às exigências técnicas construtivas e climáticas, como solicitações de estruturas críticas no caso de abalos sísmicos e variação de temperatura. Desde sua criação, o sistema tem sido bastante implementado em países como Itália, França, Inglaterra, Alemanha e EUA. [2] [3]

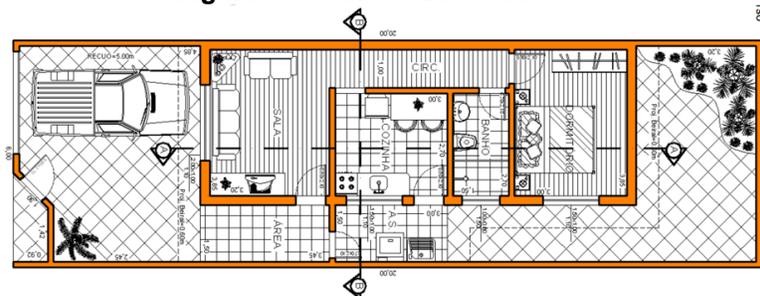
A crescente presença dos painéis de EPS no setor da construção civil é dada pelo fato desse sistema construtivo apresentar leveza e baixo custo, devido à redução de materiais utilizados, flexibilidade em reutilização do material e tempo de construção. [4]

Desta forma, quando comparado a sistemas construtivos tradicionais, como a alvenaria de tijolos cerâmicos, é possível identificar aspectos relevantes do método construtivo que emprega o EPS, como viabilidade econômica, tempo de execução, facilidade de montagem e manuseio, sustentabilidade e isolamento térmico e acústico, por exemplo. A presente pesquisa teve por objetivo comparar os custos e prazos para execução do subsistema de alvenaria de uma residência unifamiliar por meio do sistema monolítico de painéis de EPS, conhecido por *Insulated Concrete Forms* (ICF) ou Formas de Concreto Armado e de alvenaria convencional.

2 METODOLOGIA

O presente estudo de caso apresenta a construção, através do sistema construtivo de ICF, de uma residência unifamiliar, de um pavimento, com 50 m² de construção, composta por um dormitório, um banheiro, sala, cozinha e área de circulação, cuja planta baixa pode ser observada na Figura 1.

Figura 1 – Planta baixa estudo de caso



Fonte: Autores (2020)

Para o desenvolvimento do trabalho, foram descritas as etapas de construção envolvidas no sistema ICF, bem como, pesquisas de mercado para levantamento dos custos e prazos para execução do subsistema construtivo de alvenaria dos sistemas construtivos de ICF e alvenaria convencional, realizadas no mês de novembro de 2020, entre fornecedores localizados na região de Campinas/SP. Com isso, foi possível realizar a comparação entre cada um deles e apontar suas vantagens e desvantagens.

3 SISTEMA CONSTRUTIVO ICF (*INSULATED CONCRETE FORMS*)

3.1 FUNDAÇÃO

A primeira etapa da construção é a limpeza e a compactação do terreno, com a preparação do solo, nivelando-o para a execução da fundação. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foi então utilizado em um terreno plano, sem a necessidade de obras de terraplenagem. Por se tratar de um terreno plano e de fácil

nivelamento, a fundação escolhida, que pode ser aplicada aos dois sistemas, foi o radier. Para executá-lo, foi necessário delimitar o perímetro da construção por fôrmas, aplicando lastro de brita e manta impermeabilizante no solo, responsável por impedir que as armaduras ficassem em contato com o solo, evitando a danificação da fundação por umidade. A partir da impermeabilização do radier, foi possível distribuir as armaduras ou malhas de aço galvanizadas. Também foi necessário realizar antes da concretagem, todas as instalações de água, esgoto, elétrica, águas pluviais e comunicação.

3.2 FIXAÇÃO DOS PAINÉIS E REFORÇOS

Após a concretagem do radier, os painéis de EPS foram posicionados para fixação. A Figura 2 apresenta a fixação desses painéis de forma pneumática e com o auxílio de grampos em aço CA-60.

Figura 2 – Fixação dos painéis de EPS



Fonte: Autores (2020)

Em sequência à fixação, foi possível verificar o alinhamento dos painéis através da montagem dos escoramentos metálicos. Finalizado o alinhamento dos painéis, todas as armaduras de reforços foram posicionadas nos pontos críticos do sistema, ou seja, nas juntas dos painéis.

3.3 INSTALAÇÕES

As aberturas dos canais das tubulações foram realizadas com o auxílio de ar quente (Figura 3), para que em seguida, os tubos fossem fixados e inseridos abaixo das telas de aço, enquanto as saídas de hidráulica e as caixas para instalação elétrica foram fixadas nas malhas de aço e reguladas de forma a permanecer no mesmo plano da face concluída do revestimento (Figura 4).

Figura 3 – Aberturas de canais com ar quente



Fonte: Autores (2020)

Figura 4 – Instalações inseridas embaixo das malhas de aço



Fonte: Autores (2020)

3.4 REVESTIMENTO

Após o término das instalações elétricas e hidráulicas, foi iniciada a primeira camada de chapisco e em seguida, a camada de reboco. Nesse caso, a argamassa pode ser lançada manualmente ou projetada através de jateamento.

3.5 LAJE DA COBERTURA

Para a construção da laje treliçada – tipo de laje adotada em ambos os sistemas construtivos, foi realizada a montagem de fôrmas de madeira no perímetro do sistema. Em seguida, as vigas de concreto da laje foram instaladas sob as paredes revestidas do sistema e apoiadas por escoras metálicas como forma de garantir a sustentação da laje para receber a sobrecarga do concreto sob os painéis de EPS. As escoras foram retiradas após o concreto atingir sua resistência máxima, ou seja, após o tempo de cura dos 28 dias da concretagem. Por fim, os vãos foram preenchidos com EPS para vedação.

4 RESULTADOS

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos por meio da elaboração de planilha orçamentária e cronograma físico da obra. Os valores foram determinados a partir dos custos reais de mercado à época, ou seja, no mês de novembro de 2020. As Tabelas 1 e 2 apresentam as planilhas orçamentárias elaboradas para a execução de cada sistema construtivo de estudo.

Tabela 1 – Planilha orçamentária para execução do sistema de alvenaria convencional

ORÇAMENTO: SISTEMA CONVENCIONAL COM FECHAMENTO DE ALVENARIA CERÂMICA							
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Total Mão de Obra	Total Material	Total Serviços	Total Geral
1.0	TERRAPLANAGEM	120	m ²	R\$ 180,00	R\$ 2.400,00	R\$ 1.200,00	R\$ 3.780,00
1.1	Aterro e Compactação (20x6x0,10)	12	m ³	R\$ 180,00	R\$ 2.400,00	R\$ 1.200,00	R\$ 3.780,00
2.0	RADIER H=0,25M	50	m ²	R\$ 1.823,20	R\$ 1.453,00	R\$ 3.125,00	R\$ 6.401,20
2.1	Forma Radier	32,2	m ²	R\$ 998,20	R\$ 483,00	-	R\$ 1.481,20
2.2	Impermeabilização com Iona	50	m ²	R\$ 150,00	R\$ 250,00	-	R\$ 400,00
2.3	Lastro brita	1	m ³	R\$ 150,00	R\$ 120,00	-	R\$ 270,00
2.4	Malha de Aço Ø4,2mm 15x15	50	m ²	R\$ 150,00	R\$ 600,00	-	R\$ 750,00
2.5	Concreto Usinado FCK=25Mpa	12,5	m ³	R\$ 375,00	-	R\$ 3.125,00	R\$ 3.500,00
3.0	ESTRUTURA			R\$ 5.756,92	R\$ 5.055,34	R\$ 1.668,54	R\$ 12.480,80
3.1	10x Pilares (19x19) H=2,80m	10	und	R\$ 1.990,32	R\$ 2.280,52	R\$ 423,99	R\$ 4.694,83
3.1.1	Armação (4F Ø10mm C=2,80 c/ Estribo (14x14) Ø5mm c/15cm)	141,33	kg	R\$ -	R\$ 847,98	R\$ 423,99	R\$ 1.271,97
3.1.2	Montagem de Fomas	56	m ²	R\$ 1.960,00	R\$ 1.005,00	-	R\$ 2.965,00
3.1.3	Concretagem FCK=25Mpa	1,0108	m ³	R\$ 30,32	R\$ 424,54	-	R\$ 454,86
3.2	Vigas de Cobertura (20x30) 47,52ml	47,62	m ³	R\$ 3.766,60	R\$ 2.774,82	R\$ 1.244,55	R\$ 7.785,97
3.2.1	Armação (4F Ø10mm c/ Estribo (15x25) Ø5mm c/15cm)	177,35	kg	R\$ 354,70	R\$ 1.064,10	R\$ 532,05	R\$ 1.950,85
3.2.2	Montagem de Fomas	95,04	m ²	R\$ 3.326,40	R\$ 1.710,72	-	R\$ 5.037,12
3.2.3	Concretagem FCK=25Mpa	2,85	m ³	R\$ 85,50	-	R\$ 712,50	R\$ 798,00
4.0	ALVENARIA	133	m ²	R\$ 6.652,80	R\$ 10.644,48	-	R\$ 17.297,28
4.1	Assentamento de Bloco e Canaleta Cerâmica (14x19x29)	133,056	m ²	R\$ 6.652,80	R\$ 10.644,48	-	R\$ 17.297,28
5.0	REVESTIMENTO	266	m ²	R\$ 7.184,99	R\$ 2.927,22	-	R\$ 10.112,20
5.1	Chapisco (Recob. Min=0,5cm)	266,112	m ²	R\$ 2.395,01	R\$ 798,34	-	R\$ 3.193,34
5.2	Reboco (Recob. Min=2,5cm)	266,11	m ²	R\$ 4.789,98	R\$ 2.128,88	-	R\$ 6.918,86
6.0	INSTALAÇÕES			R\$ 14.000,00	R\$ 8.000,00	-	R\$ 22.000,00
6.1	Hidráulica (abertura, passagem e montagem de tubulações AF/APIE)	1	vb	R\$ 7.000,00	R\$ 3.000,00	-	R\$ 10.000,00
6.2	Elétrica (Abertura, passagem, cabeamento)	1	vb	R\$ 7.000,00	R\$ 5.000,00	-	R\$ 12.000,00
7.0	LAJE	50	m ²	R\$ 2.728,00	R\$ 4.600,00	R\$ 650,00	R\$ 7.978,00
7.1	Montagem e Escoramento Laje Treliçada de EPS H=12cm	50	m ²	R\$ 2.500,00	R\$ 4.000,00	-	R\$ 6.500,00
7.2	Malha de Aço Ø4,2mm 15x15	50	m ²	R\$ 150,00	R\$ 600,00	-	R\$ 750,00
7.3	Concretagem Capa=4cm	2,6	m ³	R\$ 78,00	-	R\$ 650,00	R\$ 728,00
8.0	TOTAL			R\$ 38.325,91	R\$ 35.080,03	R\$ 6.643,54	R\$ 80.049,48

Fonte: Autores (2020)

Tabela 2 – Planilha orçamentária para execução do sistema de painéis monolíticos em EPS

ORÇAMENTO: SISTEMA CONVENCIONAL COM FECHAMENTO DE PAINEL DE EPS							
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Total Mão de Obra	Total Material	Total Serviços	Total Geral
1.0	TERRAPLANAGEM	50	m ²	R\$ 180,00	R\$ 2.400,00	R\$ 1.200,00	R\$ 3.780,00
1.1	Aterro e Compactação (20x6x0,10)	12	m ³	R\$ 180,00	R\$ 2.400,00	R\$ 1.200,00	R\$ 3.780,00
2.0	RADIER H=0,25M	50	m ²	R\$ 2.003,20	R\$ 1.741,00	R\$ 3.125,00	R\$ 6.869,20
2.1	Forma Radier	32,2	m ²	R\$ 998,20	R\$ 483,00	-	R\$ 1.481,20
2.2	Impermeabilização com Iona	50	m ²	R\$ 150,00	R\$ 250,00	-	R\$ 400,00
2.3	Lastro brita	1	m ³	R\$ 150,00	R\$ 120,00	-	R\$ 270,00
2.4	Malha de Aço Ø4,2mm 15x15	50	m ²	R\$ 150,00	R\$ 600,00	-	R\$ 750,00
2.5	Concreto Usinado FCK=25Mpa	12,5	m ³	R\$ 375,00	-	R\$ 3.125,00	R\$ 3.500,00
2.6	Arranques dos painéis C=50cm Ø5mm	240	und	R\$ 180,00	R\$ 288,00	-	R\$ 468,00
3.0	EPS	50	m ²	R\$ 3.991,68	R\$ 9.979,20	-	R\$ 13.970,88
3.1	Painel monolítico E=8cm	133,056	m ²	R\$ 3.991,68	R\$ 9.979,20	-	R\$ 13.970,88
4.0	REVESTIMENTO			R\$ 7.184,99	R\$ 3.459,44	-	R\$ 10.644,42
4.1	Chapisco Recob.=0,5cm	266,112	m ²	R\$ 2.395,01	R\$ 798,34	-	R\$ 3.193,34
4.2	Reboco Recob.=3,5cm	266,11	m ²	R\$ 4.789,98	R\$ 2.661,10	-	R\$ 7.451,08
5.0	INSTALAÇÕES			R\$ 6.000,00	R\$ 8.000,00	-	R\$ 14.000,00
5.1	Hidráulica (abertura, passagem e montagem de tubulações AF/APIE)	1	vb	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00	-	R\$ 6.000,00
5.2	Elétrica (Abertura, passagem, cabeamento)	1	vb	R\$ 3.000,00	R\$ 5.000,00	-	R\$ 8.000,00
6.0	LAJE	50	m ²	R\$ 2.728,00	R\$ 4.600,00	R\$ 650,00	R\$ 7.978,00
6.1	Montagem e Escoramento Laje Treliçada de EPS H=12cm	50	m ²	R\$ 2.500,00	R\$ 4.000,00	-	R\$ 6.500,00
6.2	Malha de Aço Ø4,2mm 15x15	50	m ²	R\$ 150,00	R\$ 600,00	-	R\$ 750,00
6.3	Concretagem Capa=4cm	2,6	m ³	R\$ 78,00	-	R\$ 650,00	R\$ 728,00
7.0	TOTAL			R\$ 22.087,87	R\$ 30.179,64	R\$ 4.975,00	R\$ 57.242,50

Fonte: Autores (2020)

Para efeito de comparação, no caso das etapas de terraplanagem, fundação e cobertura foram utilizados o mesmo método construtivo, portanto, não há variação de custos. Como o objeto principal de análise deste

aproximadamente 23% mais caro que o sistema convencional, mas ainda assim o sistema ICF pode ser considerado mais vantajoso se comparado ao sistema convencional de construção, pois apesar de mais caro, é um sistema construtivo mais rápido, o que possibilita construções em série em um prazo curto.

5 CONCLUSÕES

Conforme exposto, existem inúmeras vantagens da industrialização da construção civil, como a velocidade de execução da obra, diminuição de custos com mão de obra, canteiro de obras mais organizado, redução de resíduos gerados pela produção artesanal e padronização dos processos. Com relação aos custos, pode-se observar que, para o objeto de estudo apresentado, uma residência unifamiliar de 50 m², ao utilizar o sistema ICF, realiza uma economia de 30%, gerada principalmente pela não utilização de estruturas, por se tratar de um sistema autoportante, além da redução dos custos com instalações, que são feitas de forma conjugada neste processo. Quanto aos prazos, verifica-se uma redução significativa, de aproximadamente dois meses, justamente pelas facilidades que o sistema traz.

A sustentabilidade também é levada em consideração, pois, com a aplicação do ICF, observa-se que há pouco ou nenhum desperdício de materiais, pois os painéis de EPS excedentes da construção, quando descartados corretamente, podem ser completamente reaproveitáveis. Após a apresentação dos resultados, conclui-se que a aplicação do sistema construtivo de painéis monolíticos de EPS apresenta diversas vantagens quando comparado ao sistema de alvenaria convencional. Apesar dos fatores que impedem que este seja amplamente utilizado no Brasil, com certo preconceito por parte dos usuários, o desconhecimento sobre ele e o atraso dessa tecnologia, espera-se que o sistema construtivo seja difundido ao público e suas vantagens sejam exploradas.

6 REFERÊNCIAS

- [1] BARRETO, Monalisa Nogueira. Casa EPS: Edifício residencial em painéis monolíticos de poliestireno expandido. 2017. Trabalho final de Graduação (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
- [2] SILVEIRA, J. L.; GROTO, Z. V.; TRAVASSOS, S. E. P. 1998, "Análise comparativa entre materiais empregados na construção de uma câmara frigorífica: Styroblock e Alvenaria de tijolos maciços": Transferência de Calor. In: LATCYM - Congresso Latinoamericano De Transferencia De Calor Y Materia, Salta – Argentina. Anais do 7º LATCYM. Salta: INIQUI – Instituto de Investigaciones para la Industria Química, 1998. p.476-480.
- [3] ALVES, João Paulo de Oliveira. Sistema Construtivo em Painéis de EPS. 2015. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2015.
- [4] SANTOS, R. D. Estudo Térmico e de Materiais de um compósito a base de gesso e EPS para a construção de casas populares. 2008, 92f. (Dissertação de Mestrado), PPGEM Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal – RN. 2008.