

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO SISTEMA
CONSTRUTIVO *INSULATED CONCRETE FORMS* (ICF) EM RELAÇÃO AO
SISTEMA DE ALVENARIA CONVENCIONAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

***FEASIBILITY ANALYSIS OF THE INSULATED CONCRETE FORMS (ICF)
CONSTRUCTION SYSTEM IN RELATION TO THE STRUCTURAL MASONRY
SYSTEM IN A SINGLE-FAMILY RESIDENCE***

Richard Santos Matos de Castro ¹

João Victor Camilo ²

RESUMO: O presente estudo desempenhará uma análise comparativa de viabilidade entre os sistemas construtivos *Insulated Concrete Forms* (ICF) e alvenaria convencional, o objetivo desta pesquisa é fornecer informações para auxiliar na tomada de decisões sobre qual método construtivo se torna mais apropriado para determinado projeto, incluindo eficiência energética, sustentabilidade e dados orçamentários. Através de uma revisão detalhada dos sistemas construtivos, serão apresentados os comparativos de produtividade na execução da construção de cada sistema, será realizado um estudo de caso comparando os dois sistemas para um projeto de residência unifamiliar, a análise de custos será baseada em fontes reconhecidas para garantir relevância dos dados, para a alvenaria convencional e para o sistema de ICF, as estimativas deverão ser baseadas nas mesmas dimensões e os custos serão derivados da planilha do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de novembro de 2024 do estado do Espírito Santo, uma referência em custos da construção no Brasil, e da empresa ICF Construtora Inteligente, uma das principais fornecedoras desse sistema no país. Demonstrando resultados significativos em relação ao método convencional, o sistema de ICF apresenta 88,35% menos transmitância térmica que o sistema convencional oferece um desempenho acústico 38,18% superior e exige 222% menos homens-hora (Hh) para execução em comparação ao método tradicional. O sistema de ICF ainda é mais econômico, sendo 23,56% mais barato que o sistema convencional.

Palavras-chave: Sistemas; Formas; Alvenaria.

ABSTRACT: The present study will perform a comparative feasibility analysis between *Insulated Concrete Forms* (ICF) construction systems and conventional masonry. The objective of this research is to provide information to assist in making decisions about which construction method is most appropriate for a given project, including energy efficiency, sustainability and budget data. Through a detailed review of the construction systems, productivity comparisons will be presented in the execution of the construction of each system, a case study will be carried out comparing the two systems for a single-family residence project, the cost analysis will be based on recognized sources for To ensure data relevance, for conventional masonry and for for

¹ Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil. richard.castro@souunisales.com.br.

² Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil. joao.camilo@souunisales.com.br.

the ICF system, estimates must be based on the same dimensions and costs will be derived from the National Civil Construction Cost and Index Research System (SINAPI) spreadsheet from November 2024 from the state of Espírito Santo, a reference in construction costs in Brazil, and the company ICF Construtora Inteligente, one of the main suppliers of this system in the country. Demonstrating significant results in relation to the conventional method, the ICF system presents 88.35% less thermal transmittance than the conventional system, offers 38.18% higher acoustic performance and requires 222% fewer man-hours (Hh) to execute compared to the traditional method. The ICF system is still more economical, being 23.56% cheaper than the conventional system.

Keywords: Systems; Shapes; Masonry.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é tradicionalmente caracterizada por sua resistência à integração de inovações tecnológicas, o que reforça a necessidade de que novos sistemas construtivos comprovem sua eficácia para conquistarem aceitação no mercado. Nesse cenário, o sistema *Insulated Concrete Forms* (ICF) de Formas em EPS surge como uma alternativa viável, com potencial para atender tanto aos requisitos técnicos quanto aos econômicos.

A importância deste trabalho de conclusão de curso está na análise comparativa entre os sistemas construtivos de alvenaria convencional e de ICF, associada a uma revisão aprofundada da literatura sobre o tema, buscando oferecer aos profissionais de engenharia civil uma visão fundamentada das alternativas disponíveis. O objetivo é fornecer suporte à escolha de soluções que otimizem o custo-benefício de obras e projetos, incentivando a adoção de métodos construtivos alternativos e eficientes no setor, (Santos, Túlio, 2020).

A revisão de literatura realizada revela uma carência de estudos específicos sobre a aplicação do ICF, o que justifica a relevância deste estudo. Este trabalho busca contribuir para o desenvolvimento de metodologias aplicáveis a sistemas construtivos inovadores e propõe estratégias para ampliar o conhecimento, facilitar a implementação e promover a manutenção de métodos alternativos na construção civil.

Nesse contexto, surge a necessidade de métodos construtivos mais sustentáveis, capazes de minimizar os impactos ambientais ao longo da vida útil das edificações. Simultaneamente, o setor da construção civil tem testemunhado avanços significativos em tecnologia e inovação, com empresas adotando práticas sustentáveis para impulsionar o crescimento, aumentar a produtividade e garantir a competitividade. No entanto, o método construtivo convencional impõe custos à sociedade, tanto financeiros, devido aos custos dos empreendimentos e taxas de recolhimento de entulhos, quanto ambientais, devido à degradação e acúmulo de resíduos, que podem causar doenças, enchentes e poluição visual.

Diante disso, o sistema ICF, utilizando formas de poliestireno expandido (EPS), emerge como uma alternativa promissora. Esse sistema, caracterizado por formas de encaixe que facilitam a montagem e a concretagem das paredes, oferece uma construção mais rápida, limpa e eficiente, reduzindo o desperdício de materiais e, consequentemente, os custos associados. O presente estudo visa realizar uma

análise comparativa de viabilidade entre o sistema ICF e a alvenaria convencional, com foco em aspectos como custo, produtividade, desempenho térmico, acústico e impactos ambientais, fornecendo informações e dados orçamentários para auxiliar na tomada de decisão do método de execução. Direcionando uma boa qualidade ou até mesmo superior em comparação ao método convencional, modernizando a construção civil no país, no momento presente, sendo tangível o acesso ao sistema utilizando o Financiamento da Caixa Econômica Federal, (ICF construtora inteligente, 2024).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA ESTRUTURAL

O sistema estrutural representa um dos pontos mais relevantes que o engenheiro civil deve conhecer, pois garante a estabilidade e a segurança de uma edificação ou obra de infraestrutura. Os sistemas estruturais são combinações de elementos conectados que suportam as cargas e as transmitem até os pontos de apoio de uma estrutura. As partes de um sistema estrutural incluem vigas, pilares, lajes e fundações, conforme ilustrado na figura 1, trabalhando de forma conjunta para suportar as forças aplicadas, sendo estas estáticas, como cargas móveis, equipamentos e o peso próprio da estrutura, ou dinâmicas, como vento, terremoto e vibrações (Ferreira, 2010).

A importância do sistema estrutural na engenharia civil inclui alguns pontos. Em primeiro lugar, a segurança, um sistema estrutural é responsável pela integridade de um edifício, nunca permitindo que este desabe e seja seguro para ocupação. Em segundo lugar, a durabilidade, é o fator chave de um sistema estrutural, a resistência das estruturas bem projetadas a fatores externos permite uma baixa frequência de manutenção e um longo período de funcionamento. Em terceiro lugar, a eficiência econômica, está associada ao projeto otimizado de um sistema estrutural, a construção não deve ser excessivamente cara, e pode-se atingir a sustentabilidade reduzindo custos associados ao consumo de materiais e outros aspectos do projeto. Finalmente, o conforto, uma vez que uma estrutura concebida corretamente nunca permitirá que os seus habitantes experimentem sensações desagradáveis relacionadas com o movimento e deformação dos materiais (Ballarotti, 2007).

Figura 1- Sistema estrutural



Fonte: Edifique, 2024.

2.1.1 Alvenaria Convencional

A alvenaria convencional, também conhecido como alvenaria de vedação, se trata um dos métodos mais tradicionais na construção civil, definido pela utilização de blocos cerâmicos ou de concreto unidos por argamassa. Este sistema é amplamente utilizado pela sua acessibilidade e facilidade de execução, (Gonçalves, 2024).

A alvenaria de vedação se trata de um sistema construtivo não dimensionado para suportar ações estruturais, além de seu próprio peso. Sua função principal é complementar o sistema estrutural de uma edificação composto por lajes, vigas e pilares, que é responsável por absorver as cargas provenientes das forças atuantes na estrutura elementos, (Lima, Junior; Rocha, 2017).

Além disso, a alvenaria de vedação desempenha um papel essencial na proteção da edificação contra agentes externos, como chuva e vento, contribuindo para a durabilidade da construção. Este sistema é utilizado para compartimentar ambientes internos, promovendo privacidade, organização e conforto aos usuários. Dependendo dos materiais utilizados, como blocos cerâmicos ou de concreto, a alvenaria pode oferecer benefícios adicionais, como isolamento térmico e acústico, adaptando-se às exigências de cada projeto arquitetônico, (Pereira, 2019).

Figura 2 – Construção em alvenaria de concreto armado



Fonte: Casa e construção, 2020.

Figura 3 - Assentamento de blocos cerâmicos



Fonte: Educa civil, 2020.

2.1.2 Sistema Construtivo ICF

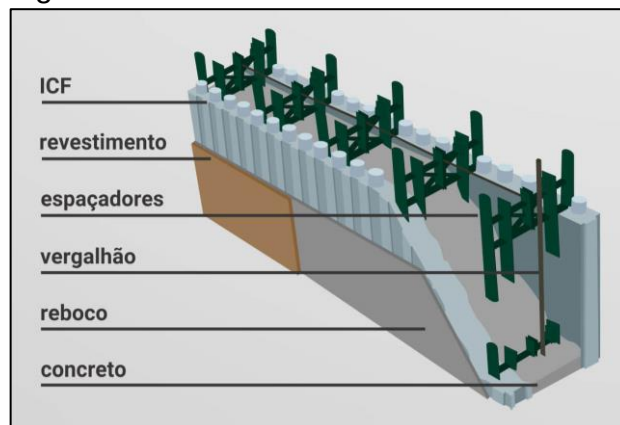
O sistema Insulated Concrete Forms (ICF) surgiu na Europa após a Segunda Guerra Mundial, na década de 40, por August Schnell e Alex Bossard, utilizando inicialmente, madeira e cimento como material isolante (Júnior, 2020).

Por volta dos anos 1967, Werner Gregori patenteou a primeira forma de EPS, na América do Norte, gerando um sistema estruturado por dois painéis em poliestireno expandido (EPS), ilustrado na figura 4, refinando o isolamento térmico e acústico da edificação, unificados por ligações como se fossem “legos”. Criados com a finalidade de se elaborar estruturas simples e de baixo custo, autoportante, sustentável e com eficiência térmica e acústica idênticas ou superior ao sistema convencional. Durante o processo de concretagem, as formas desempenham um papel fundamental na criação de um ambiente adequado para a cura do concreto. Elas garantem a manutenção da hidratação do concreto pelo período necessário, contribuindo para o aumento de sua resistência. Além disso, devido à sua natureza não recuperável, as formas oferecem isolamento acústico e térmico eficaz. Isso resulta em estruturas com paredes resistentes à infiltração de água do solo, prevenindo a formação de mofo e outras patologias (Oliveira, 2021).

O efeito isolante proporcionado pelas formas é fundamental não apenas para a integridade estrutural da edificação, mas também para o conforto e a saúde dos ocupantes do espaço. O sistema ICF é uma abordagem construtiva inovadora que promete modernizar o setor brasileiro de construção civil. Esse sistema transforma fundamentalmente os métodos de construção de imóveis e oferece vantagens significativas. Além de permitir uma construção mais rápida, o EPS reduz os custos associados a diversos recursos necessários em uma obra. Ele também proporciona desempenho acústico e térmico superior, resultando em ambientes internos mais confortáveis e energeticamente eficientes. A sua utilização reduz desperdícios típicos do método construtivo convencional, graças à precisão e eficiência na utilização de materiais, (Almeida, 2020).

Além disso, se trata de um material de fácil manuseio, simplificando os processos de construção. Essas características estão alinhadas com os princípios da filosofia Lean Manufacturing – sistema de gestão que busca aumentar a eficiência e a produtividade reduzindo erros e redundâncias na produção (Carvalho, 2022).

Figura 4 - Forma em EPS



Fonte: Soluções Construtivas 2019.

2.1.3 Alvenaria de ICF Estruturado

A alvenaria ICF, de Poliestireno Expandido (EPS) estruturado é uma técnica construtiva que inclui o uso do EPS, combinando leveza e isolamento térmico com a resistência estrutural do concreto armado. O poliestireno expandido tem uma estrutura leve e maleável, se tornando fácil de trabalhar. Esses painéis produzem componentes resistentes capazes de suportar os esforços exigidos durante a construção. Introduzido no Brasil nos anos 1990, esse sistema foi estudado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT), que obteve resultados aceitáveis. Para compreender os conceitos de segurança, habitabilidade e sustentabilidade desse sistema, é crucial classificar os materiais principais que o compõem: blocos de EPS conhecido no Brasil como “Isopor”, telas de aço galvanizado e concreto (Balbino, 2020). Conforme é ilustrado nas figuras 5 e 6.

Figura 5 – Alvenaria de ICF



Fonte: ARXX, 2017.

Figura 6 – Alvenaria de ICF com escoramento



Fonte: ARXX, 2017.

2.2 ORIGEM DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) E SUAS CARACTERÍSTICAS

Por volta dos anos 1949, o Poliestireno Expandido (EPS), passou a ser produzido na Alemanha, os químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz, por meio de experimentos utilizando o poliestireno, produziram o EPS Isopor, contribuindo amplamente para a construção civil sustentável, sendo composto por 98% de ar, conquistou uma posição estável na construção devido a sua leveza, características isolantes, baixo custo, resistência e facilidade de trabalhar (ADDITIVA, 2023). Na figura 7 exemplifica-se o EPS em seu modelo primário de obtenção.

Figura 7 – Poliestireno expandido



Fonte: Additiva, 2023.

2.3 TIPOS DE BLOCOS DE EPS

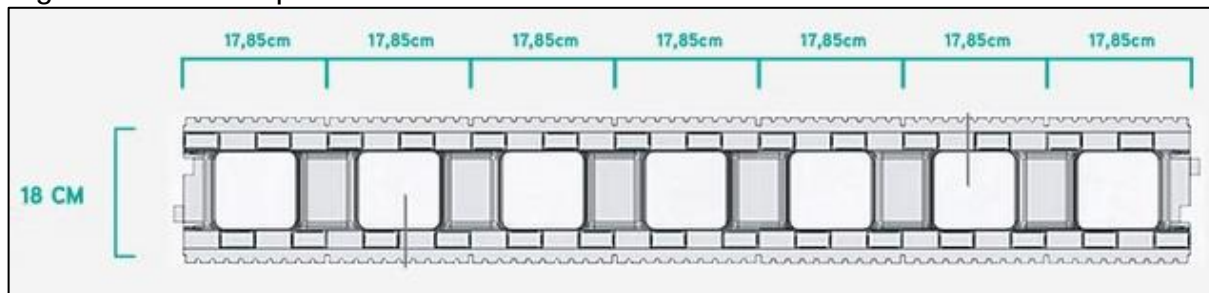
Os blocos são compostos de poliestireno expandido (EPS), depois de concretado, o EPS se mantém agregado à parede, como um isolante termoacústico. Podendo ser utilizado para qualquer tipo de construção, de pequenas reformas a grandes empreendimentos. Os blocos possuem demarcações em alto relevo, com intuito de auxiliar os recortes, que facilitam o processo de execução, a partir das orientações apresentadas no Projeto Arquitetônico e Projeto Estrutural (ARXX, 2020).

Suas formas são constituídas por dois tipos de blocos de poliestireno expandido isotérmico que são classificados em blocos de Vedação e Estrutural. Por ser um material plano, possui facilidade em sua montagem, além de possuir encaixes em todo seu entorno, que auxiliam no travamento das formas, garantindo sua resistência sem a necessidade de utilizar argamassa para união (ARXX, 2020).

O Bloco de EPS estrutural possui dimensões de 125x40x18 cm, sendo composto por duas paredes com espessuras de 4cm cada, que são unidas por conectores espaçadores plásticos 100% reciclados fixados a cada 15cm que são estrategicamente posicionados permitindo a rápida colocação do aço CA50 estrutural.

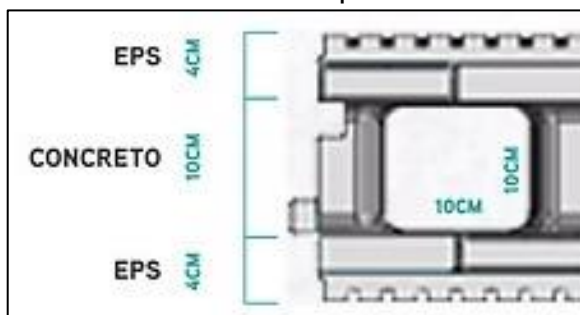
Possui vãos livres de 10cm de espaçamentos de uma placa a outra onde é projetado o concreto, (Iforms, 2024). Conforme figura 8 e 9.

Figura 8 – Vista superior do bloco estrutural



Fonte: iForms, 2024.

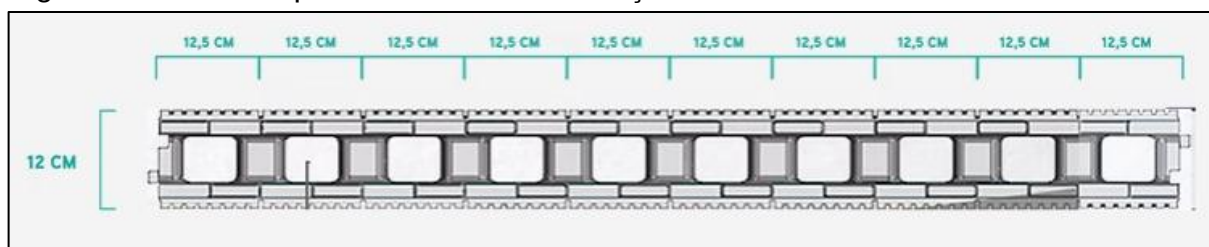
Figura 9 – Detalhe em vista superior do bloco estrutural



Fonte: iForms, 2024.

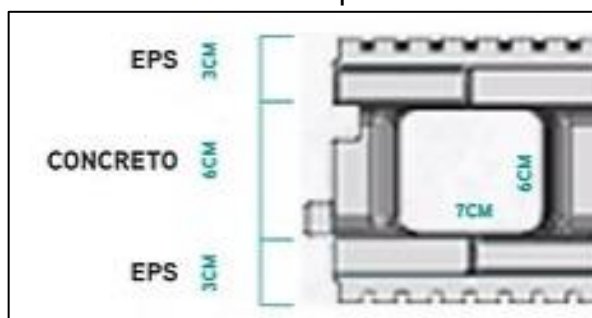
O Bloco de vedação possui dimensões de 125x40x12 cm, sendo composto por duas paredes com espessuras de 3 cm cada, que são unidas por conectores espaçadores plásticos 100% reciclados fixados a cada 15cm que são estrategicamente posicionados permitindo a rápida colocação do aço CA50 estrutural. Possui vãos livres de 6cm de espaçamentos de uma placa a outra onde é projetado o concreto, (Iforms, 2024). Apresentado na figura 10 e 11.

Figura 10 – Vista superior do bloco de vedação



Fonte: iForms, 2024.

Figura 11 – Detalhe em vista superior do bloco de vedação



Fonte: iForms, 2024.

2.4 FUNDAÇÃO PARA O SISTEMA ICF

A fundação é sempre uma das primeiras etapas de todo método construtivo, responsável por transmitir todos os esforços para o solo, o sistema ICF, pode ser realizado sobre diversos tipos de fundação, sendo recomendadas radier e sapata corrida, por serem fundações rasas, facilitam a distribuição do EPS. Todavia, o que de fato irá determinar a escolha da fundação, será o tipo de solo e o cálculo estrutural (Antunes; Junior, 2021).

Praticada em construções de pequeno porte e em solos estáveis, a sapata corrida que é também um tipo de fundação rasa, tem como principal traço atuar como uma esteira sob os pilares da estrutura, distribuindo as cargas linearmente, exibida na figura 12. O seu dimensionamento está associado diretamente a análise do solo, constitui uma solução viável e econômica (Bastos, 2023).

O radier se trata de uma fundação rasa, correspondente a uma placa disponível para toda a área da construção, conforme figura 13. Como uma laje de concreto armado, para receber as cargas que partem da estrutura, distribuindo para o solo. Sendo bastante utilizado em construções de pequeno porte, pois apresenta baixo custo e é de rápida execução, reduzindo a quantidade de mão de obra, de modo contrário a outros tipos de fundação (APL engenharia, 2018).

Figura 12 – Fundação sapata corrida



Fonte: Matheus Carvalho, 2022.

Figura 13 – Fundação radier



Fonte: APL Engenharia, 2018.

2.5 ESTRUTURA PARA O SISTEMA EM ICF

As demarcações realizadas na ancoragem, além de auxiliar a instalação das formas, evitam possíveis erros humanos, entre as formas de EPS são colocadas armaduras de aço antes de despejar concreto. Essas barras de aço precisam ser posicionadas nas direções vertical e horizontal e as suas respectivas bitolas devem seguir o cálculo estrutural feito pelo engenheiro responsável pela obra (Antunes; Junior, 2021).

São executados furos na fundação e inseridas as barras solicitadas pelo projeto, que são “chumbadas” com a utilização de cola química ou adesivo estrutural, posteriormente são posicionadas as barras de aço verticais paralelamente aos arranques quando as fiadas estiverem montadas, conforme ilustrado na figura 14.

A definição das armaduras deverá ocorrer de acordo com a NBR 6118 - Projetos de Estruturas de Concreto e NBR 16055 - Parede de concreto moldada no local para execução de edificações. Esta definição é de extrema importância, já que a armadura irá auxiliar o suporte dos esforços de tração da estrutura, e deve, portanto, ser muito bem dimensionada para se garantir a responsabilidade com a segurança da estrutura, no orçamento e prazo de execução da obra. Para este dimensionamento, deverão ser consultadas as normas aqui referenciadas. De posse do Projeto Arquitetônico e Estrutural com as informações necessárias.

Figura 14 – Ancoragem das formas de EPS



Fonte: Ecoconcept, 2023.

3 METODOLOGIA

O presente estudo é de caráter comparativo, voltado para a análise entre o sistema de alvenaria convencional e o sistema ICF. Utilizando uma planta baixa arquitetônica fornecida pela empresa Tavolaro Construtora, como base para o levantamento de quantitativos. A escolha da planta visa representar um modelo típico de construção residencial.

O levantamento do quantitativo de materiais para a construção das paredes ocorreu a partir da análise da planta baixa arquitetônica do projeto. Este procedimento teve como método identificar as dimensões exatas das paredes e determinar os insumos necessários para sua execução. Para garantir a precisão do cálculo, foi considerado o desconto de áreas referentes a vãos como portas e janelas que possuam dimensões superiores a 2 m².

Essa abordagem permite uma estimativa mais fiel ao consumo real de materiais, evitando excessos ou desperdícios, e é fundamental para o planejamento eficiente da construção. Além disso, os dados obtidos foram combinados com os valores referenciais do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) do estado do Espírito Santo do mês de novembro de 2024 disponibilizada pela Caixa Econômica Federal. Posteriormente, realizou-se contato com o representante da empresa ICF Construtora Inteligente, com objetivo de obter dados técnicos e custos envolvidos no processo de construção utilizando as formas de EPS.

Por meio disso, os sistemas foram comparados em termos de custo, tempo de execução e indicadores relacionados, como eficiência térmica, acústica e sustentabilidade. A análise de produtividade incluirá a avaliação do rendimento da mão de obra para cada sistema, e uma conclusão será apresentada com base nas evidências coletadas, visando auxiliar a construtora, o cliente final, na tomada de decisão sobre qual sistema construtivo adotar para o projeto de uma edificação.

3.1 DADOS DA EDIFICAÇÃO DO ESTUDO

O empreendimento analisado neste estudo corresponde a uma edificação térrea unifamiliar, com área construída de 200,00 m², com pé-direito de 4,70m na sala de estar e de 3,40m nos demais cômodos, situada em um loteamento localizado na cidade de Serra, no estado do Espírito Santo. A planta baixa da edificação é ilustrada na Figura 15, enquanto a Figura 16 apresenta o projeto renderizado do imóvel.

Figura 16 – Projeto renderizado da edificação em estudo.



Fonte: Daniela Avancini, 2021.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTUDO ORÇAMENTÁRIO

Nesta etapa, elaborou-se as composições de custos por metro quadrado das paredes do sistema ICF e do sistema de alvenaria convencional, com base nas especificações técnicas fornecidas pelo fabricante e da tabela SINAPI-ES referente ao mês de novembro de 2024, classificando os insumos, serviços e custos dos materiais essenciais para a execução da edificação em estudo. Será apresentada uma planilha comparativa de ambos os sistemas para avaliar o custo final entre eles.

4.1.2 Composições de custos do sistema construtivo ICF

Para a composição orçamentária do sistema ICF, utilizou-se como base os valores fornecidos pelo representante da empresa ICF Construtora Inteligente do grupo ICF no mês de novembro de 2024.

A empresa específica que são necessárias 2 formas de EPS para a construção de 1 m² de parede, além disso, informa que deve ser adotado concreto com 20 MPa de resistência. O consumo de concreto para paredes estruturais é de 0,072m³ por metro quadrado, enquanto, para paredes de vedação é de 0,038m³ por metro quadrado. Para reforço de aço, a recomendação é utilizar 2,0 kg/m² de barras de 8,0 mm para paredes estruturais e 1,5 kg/m² de barras de 6,3 mm para paredes de vedação, posicionados nas direções horizontais e verticais entre as formas de EPS para garantir o desempenho estrutural.

A partir dessas informações, foram elaboradas duas composições para análise. A primeira composição, apresentada na Tabela 1, refere-se à execução de paredes estruturais em EPS, já a segunda composição, exposta na Tabela 2, considera a

execução de paredes de vedação em EPS. Os custos relacionados aos revestimentos não foram considerados.

Tabela 1 – Composição de custo para parede estrutural com sistema construtivo de ICF

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNIDADE	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL
COMPOSIÇÃO	01	PAREDE ESTRUTURAL COM SISTEMA CONSTRUTIVO ICF	M²	-	-	R\$ 221,49
IFORMS	01	FORMA ICF 18 – MODELO ESTRUTURAL	M²	2	R\$ 72,00	R\$ 144,00
SINAPI	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) – PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M³	0,072	R\$ 458,62	R\$ 33,02
SINAPI	33	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	2	R\$ 9,80	R\$ 19,60
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5	R\$ 28,13	R\$ 14,07
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5	R\$ 21,60	R\$ 10,80

Fonte: Autoria própria, 2024.

Tabela 2 – Composição de custo para parede de vedação com sistema construtivo de ICF

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNIDADE	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL
COMPOSIÇÃO	02	PAREDE VEDAÇÃO COM SISTEMA CONSTRUTIVO ICF	M²	-	-	R\$ 181,93
COTAÇÃO	02	FORMA ICF 12 – MODELO VEDAÇÃO	M²	2	R\$ 65,00	R\$ 130,00

SINAPI	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) – PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M³	0,038	R\$ 458,62	R\$ 17,43
SINAPI	32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	1,5	R\$ 9,74	R\$ 14,61
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4	R\$ 28,13	R\$ 11,25
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4	R\$ 21,60	R\$ 8,64

Fonte: Autoria própria, 2024.

4.1.3 Composições de custos do sistema de alvenaria convencional

No sistema construtivo convencional, a edificação em análise será executada em concreto armado, utilizando blocos cerâmicos para alvenaria de vedação, verificou-se a composição de custos unitários do SINAPI com código 103328, a qual contempla o uso de blocos cerâmicos furados na horizontal com dimensões de 9x19x19 cm (espessura de 9 cm) para paredes de alvenaria de vedação. Conforme indicado na Tabela 3, os custos relacionados aos revestimentos das paredes não foram considerados nessa composição.

Tabela 3 – Composição de custo unitário SINAPI 103328 para alvenaria de vedação convencional

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNIDADE	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL
SINAPI	103328	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X19X19 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M²	-	-	R\$ 84,55
SINAPI	7271	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 8 FUIROS NA HORIZONTAL DE 9 X 19 X 19 CM (L X A X C)	UN	28,31	R\$ 0,55	R\$ 15,57

SINAPI	34557	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = 1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,42	R\$ 2,54	R\$ 1,07
SINAPI	37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	0,005	R\$ 3,84	R\$ 0,22
SINAPI	87292	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. AF_08/2019	M³	0,0091	R\$551,67	R\$ 5,02
SINAPI	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,61	R\$ 28,13	R\$ 45,29
SINAPI	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,805	R\$ 21,60	R\$ 17,39

Fonte: Autoria própria, 2024.

4.1.4 Comparativo de custos por metro quadrado entre os sistemas

Após a elaboração das composições de custos para execução das paredes, o custo por metro quadrado da construção utilizando o sistema ICF teve seu custo inferior ao do sistema de alvenaria convencional, ao qual foi incluso os custos da estrutura como pilares e vigas apresentados no Apêndice A e B. Os resultados dessa comparação estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Custo por metro quadrado dos sistemas

PAREDE SISTEMA CONVENCIONAL		PAREDE DE VEDAÇÃO ICF	PAREDE ESTRUTURAL ICF
CUSTO/M²	R\$ 263,64	R\$ 181,93	R\$ 221,49

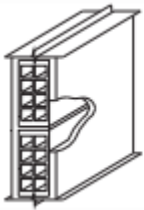
Fonte: Autoria própria, 2024.

4.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.2.1 Desempenho térmico

Para a viabilidade térmica entre os dois sistemas analisados, foi realizada uma pesquisa que levantou informações sobre o desempenho térmico entre o bloco cerâmico de 8 furos e a forma de EPS 18 utilizados no estudo, conforme dados apresentados na figura 17 e na tabela 5.

Figura 17 – Transmitância térmica do bloco cerâmico de 8 furos

	Parede de tijolos de 8 furos quadrados, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 9,0 cm x 19,0 cm x 19,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,0 cm	2,49
---	--	-------------

Fonte: NBR 15.220-3, 2005.

Tabela 5 – Comparativo transmissão térmica

SISTEMAS	Transmitância (w/m². K)	Diferença (w/m². K)	Variação (%)
Alvenaria convencional	2,49	2,20	88,35%
Sistema de EPS	0,29		

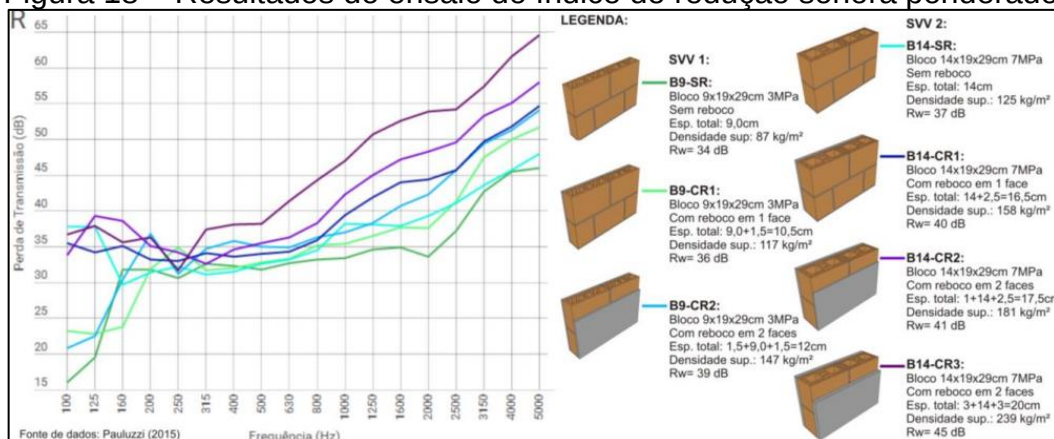
Fonte: Autoria própria, NBR 15220-3 (2005), ICF construtora inteligente 2024.

A análise dos dados apresentados na tabela acima demonstra uma diferença de transmissão de calor significativa entre o sistema convencional e as formas de EPS do sistema ICF, a qual se torna 88% mais eficiente, o que permite uma redução de até 15° C na temperatura do ambiente interno em comparação ao externo, conforme a empresa ARXX (2017).

4.2.2 Desempenho acústico

Quanto ao desempenho acústico, considerou-se como valor de referência o valor mínimo estabelecido pela NBR 15575/2013 de 45dB, para o sistema de alvenaria convencional se utilizou informações de pesquisas sobre o desempenho acústico através de ensaio medido em laboratório do Índice de Redução Sonora Ponderado (Rw) pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos conforme figura 18, e para o sistema ICF, foram utilizados valores fornecidos pela empresa ICF Construtora Inteligente (2024). Comparando o desempenho acústico dos dois sistemas conforme Tabela 6.

Figura 18 – Resultados do ensaio do índice de redução sonora ponderado.



Fonte: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2017.

Tabela 6 – Comparativo desempenho acústico

SISTEMAS	Desempenho Rw (dB)	Desempenho mínimo (dB)	Diferença (Db)	Variação (%)
Alvenaria convencional	34	45,00	21,00	38,18%
Sistema ICF	55			

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar a tabela acima, observa-se a superioridade do desempenho acústico das formas de EPS, que apresenta ser 38,18% mais eficiente que o sistema de alvenaria convencional. Com isso, o sistema de ICF é o mais recomendado para garantir o conforto acústico em relação ao sistema convencional.

4.2.3 Comparativo produtividade na construção

Este estudo também teve como objetivo realizar a comparação da produtividade entre os sistemas analisados, considerando a importância de minimizar o tempo de execução. Para isso, comparou-se a necessidade de homens-hora (Hh) conforme tabela 7, para a execução dos serviços, com base em dados fornecidos pela tabela SINAPI e pela empresa ICF Construtora Inteligente (2024).

Tabela 7 – Comparativo de produtividade

SISTEMAS	Coefficiente (Hh/m ²)	Diferença (Hh/m ²)	Variação (%)
Alvenaria convencional	1,61	1,11	222%
Sistema de EPS	0,5		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Com base nos resultados apresentados na tabela acima, verificasse que o sistema ICF apresenta maior eficiência em relação ao sistema convencional. Conclui-se que, para realizar uma obra com maior rapidez, o sistema ICF se torna a opção mais vantajosa.

4.2.4 Comparativo de custos entre os sistemas

Para o comparativo de custo total estimado das paredes do projeto de edificação em estudo, foi adotado a forma estrutural de EPS 18 em relação ao sistema convencional, conforme exibido na tabela 8, o custo total para execução das paredes no sistema de construção de alvenaria convencional seria de R\$ 114.173,51. Em contrapartida, o custo total para execução utilizando o sistema ICF seria de R\$ 92.403,81.

Tabela 8 – Comparativo de custos estimados

SISTEMAS	CUSTO ESTIMADO (R\$)	DIFERENÇA (R\$)	VARIAÇÃO (%)
ALVENARIA CONVENCIONAL DE BLOCO CERÂMICO	R\$ 114.173,51	R\$ 21.769,70	23,56%
SISTEMA ICF	R\$ 92.403,81		

Fonte: Autoria própria, 2024.

Após a análise do comparativo de custos entre os sistemas, obtém-se que o sistema construtivo ICF apresenta maior economia em relação ao sistema construtivo em alvenaria convencional de blocos cerâmicos, que demonstrou uma diferença significativa no custo estimado, com uma variação de 23,56%, ao qual equivale a R\$ 21.769,70 a mais em comparação ao sistema ICF.

Essa economia pode ser apropriada ao fato de que, no sistema ICF, as paredes desempenham simultaneamente as funções de vedação e estrutural, garantindo a estabilidade da edificação sem a necessidade de formas adicionais e reduzindo o tempo de execução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para promover a adoção de novas tecnologias construtivas que otimizem os métodos de produção atuais, tanto do ponto de vista social quanto econômico, é essencial que profissionais e acadêmicos da construção civil estejam atualizados e receptivos às inovações.

Assim, o presente estudo sobre o uso do sistema construtivo ICF, revela uma alternativa promissora ao método de alvenaria convencional. Buscou-se coletar informações detalhadas sobre suas características específicas, realizando análises comparativas abordando desempenho térmico, conforto acústico, produtividade e aspectos econômicos, o que proporcionou uma visão abrangente das etapas de construção e das vantagens de sua aplicação em relação ao sistema convencional.

Os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que foi possível compreender as características técnicas e econômicas de ambos os métodos, destacando suas vantagens, limitações e viabilidade. Os resultados evidenciam que o sistema ICF utilizando formas de EPS apresenta 88,35% menos transmitância térmica em comparação ao sistema convencional, garantindo maior eficiência energética. Além disso, o ICF oferece um desempenho acústico 38,18% superior e exige 222% menos homens-hora (Hh) para execução.

Outro aspecto relevante diz respeito aos custos: o sistema construtivo ICF, além de todos os benefícios indicados, revelou-se 23,56% mais econômico que o sistema convencional. Assim, conclui-se que o sistema oferece vantagens significativas, justificando o investimento, especialmente quando se considera aspectos como produtividade, redução do tempo de execução, eficiência térmica e acústica.

os resultados obtidos permitiram confirmar a eficiência do sistema ICF em relação à rapidez de execução e ao potencial de redução de custos, especialmente quando analisados em conjunto com as demandas atuais do setor da construção civil, como sustentabilidade e economia.

A padronização das formas no sistema de ICF facilita a execução das paredes, eliminando, em muitos casos, a necessidade de estruturas convencionais, como vigas e pilares. Além disso, o método promove um canteiro de obras mais organizado, reduz o retrabalho e minimiza a geração de resíduos, contribuindo para um ambiente de construção mais sustentável e rentável. Esses fatores reforçam a superioridade do sistema e, por consequência, destacam a importância de explorar e adotar novas tecnologias na construção civil.

Esta análise contribui para uma tomada de decisão mais informada em projetos de engenharia, oferecendo contribuições relevantes para profissionais e empresas que buscam inovar ou melhorar processos construtivos. Recomenda-se, para estudos futuros, a realização de análises complementares, como a aplicação prática em obras de diferentes métodos e escalas, para consolidar ainda mais as vantagens.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Estratégias de Condicionamento Térmico Passivo para Habitações de Interesse Social. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABRAEX, 2000. **Associação Brasileira de Poliestireno Expandido**. Disponível Almeida, RF (2020). *Construção Sustentável com Painéis de EPS: Vantagens e Aplicações*. Editora Blucher.

ANTUNES, David; JUNIOR, Júlio. **Análise comparativa dos sistemas construtivos em alvenaria convencional e insulating concrete forms (icf)**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2021. Acesso em: 24 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575. Edificações habitacionais - desempenho. parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575. Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

BALBINO, Matheus de Souza; SEVERO, Cibelle Guimarães Silva. **Sistema Construtivo em Painéis Monolíticos de EPS: Uma Solução para a Construção de Habitações Populares no Brasil**. João Pessoa, 2020. Disponível em: <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2019.4/sistema-construtivo-em-paineis-monoliticos-de-eps-uma-solucao-para-a-construcao-de-habitacoes-populares-no-brasil.pdf>. Acesso em: 04 junho 2024.

BALLAROTTI Cesar, CONTANI Miguel, GOMES Geraldo, PATROCINO Gustavo. **Aprendizado dos conceitos básicos de sistemas estruturais em cursos de arquitetura e engenharia numa perspectiva fenomenográfica.** ENTECA 2007. Disponível em: <https://www.uel.br/cce/mat/geometrica/artigos/Enteca.pdf>. Acesso em: 14 março. 2024.

BASTOS, Paulo. **2133 - ESTRUTURAS DE CONCRETO III: SAPATAS DE FUNDAÇÃO.** SÃO PAULO: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 2023. em:<<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html> >. Acesso em: 03 maio 2024.

CARVALHO SANTOS, TÚLIO CÉSAR DE. SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED CONCRETE FORMS (ICF): ESTUDO DE CASO VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Juiz de Fora, 2020 Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Faculdade Doctum.

ENGENHARIA, Apl. Fundação radier: como funciona e quais são os seus benefícios? **APL ENGENHARIA**, 2018. Disponível em: <https://blog.apl.eng.br/fundacao-radier-como-funciona-e-quais-sao-os-seus-beneficios/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

FERREIRA, Mario. **AF Análise e Projeto de Estruturas.** São Paulo: Editora Blucher, 2010.

GOMES, JR et al. **Alvenaria Estrutural: Vantagens e Desvantagens na Construção Civil.** Revista Brasileira de Engenharia Civil, v. 1, pág. 45-62, 2018. Disponível em: Revista Brasileira de Engenharia Civil. Acesso em: <https://revistافت.com.br/alvenaria-estrutural-na-construcao-civil/>. Acesso em: 16 maio. 2024.

GONÇALVES, Leonardo; CAZELLA, Pedro; AGIADO, Alan; PEDREIRO, Marcelo. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ALVENARIA CONVENCIONAL E ALVENARIA ESTRUTURAL.** São Paulo: Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE, 2022.

ICF ARXX é a parede ideal para o seu projeto. Disponível em: <https://arxx.com.br/solucoes_arxx_icf/>. Acesso em: 20 out. 2024.

ICF CONSTRUTORA INTELIGENTE. Conheça o Sistema Construtivo ICF. Disponível em: <http://www.icfconstrutora.com.br/sistema-construtivo-icf/conheca-o-sistema>. Acesso em: março. 2024.

IFORMS. Produtos. Disponível em: < <https://www.iforms.com.br/produtos>>. Acesso em: maio. 2024. Acesso em: 17 julho 2024.

JOSÉ, M.; DE ARAÚJO. **ALVENARIA ESTRUTURAL.** [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://wwwp.feb.unesp.br/pbastos/alv.estrutural/Apres.%20Alv.%20JM%20Araujo.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2024.

LIMA, Antonio; JUNIOR, Tanis; Rocha, Thiago. **COMPARATIVO DE ALVENARIA ESTRUTURAL, ALVENARIA DE VEDAÇÃO E WOOD FRAME**). Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às Faculdades Integradas de Bauru, Bauru, 2017.

MARTINS DE ARAÚJO, A.; AUGUSTO, L.; GOMES, D. **SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM EPS**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/webby/up/1012/o/SISTEMAS_CONSTRUTIVOS_EM_EPS.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2024.

JÚNIOR, Milton. **ICF – INSULATED CONCRETE FORMS (FORMAS DE CONCRETO ARMADO)**. Artigo apresentado como requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia Civil da Universidade de Taubaté, Taubaté, 2020.

NBR 16055: ABNT. Parede de concreto moldada no local para execução de edificações. 2 ed, 2022. 44p.

NBR 6118: ABNT. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro, 2014.

NORMA Brasileira **ABNT NBR 6118/ 2023**: Projeto de Estruturas de Concreto Design of Concrete Structures. 4 ed.

NUNES, Júlia; OLIVEIRA, Maria. **A INFLUÊNCIA DA ARGAMASSA NO DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAREDES DE VEDAÇÃO COM BLOCOS CERÂMICOS**. Porto Alegre: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2017.

PEREIRA, Fernanda Trindade. **Sistema construtivo ICF: Planejamento de uma residência em Balsas - MA**. 2021. 87 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Maranhão Campus de Balsas, Balsas, 2021. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/5240/1/FERNANDATRINDADEPEREIRA.pdf>. Acesso em: 02 maio 2024.

PEREIRA, Caio. Alvenaria de Vedação – Vantagens e Desvantagens. **ESCOLA ENGENHARIA**, 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-de-vedacao/>. Acesso em: 13 nov. 2024. Acesso em: 5 out. 2024.

SILVA, Lucas Mateus da. **Sistema construtivo - insulated concrete forms (ICF): Análise de substituição do sistema convencional de bloco cerâmico / Lucas Mateus da Silva**. - Recife, 2023. Acesso em: 5 out. 2024.

Você sabia que o EPS Isopor® já foi uma marca registrada da BASF e que o seu verdadeiro nome é Poliestireno Expandido? Disponível em: <<https://www.additiva.com.br/blog-voce-sabia-que-o-eps-isopor-ja-foi-uma-marca->

registrada-da-basf-e-que-o-seu-verdadeiro-nome-e-poliestireno-expandido>. Acesso em: 5 out. 2024.

6 APÊNDICES

APÊNDICE A – COMPOSIÇÃO DE CUSTO DOS PILARES DO SISTEMA DE ALVENARIA CONVENCIONAL

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNIDADE	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL
COMPOSIÇÃO	03	PILAR EM CONCRETO ARMADO	-	-	-	R\$ 22.686,17
SINAPI	92409	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE PILARES RETANGULARES E ESTRUTURAS SIMILARES, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/2020	M²	64,37	R\$ 235,61	R\$ 15.166,22
SINAPI	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M³	3,17	R\$ 458,62	R\$ 1.453,83
SINAPI	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	79,00	R\$ 10,56	R\$ 834,24

SINAPI	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	276,40	R\$ 12,52	R\$ 3.460,53
SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	113,60	R\$ 15,47	R\$ 1.757,39

APÊNDICE B – COMPOSIÇÃO DE CUSTO DAS VIGAS DO SISTEMA DE ALVENARIA CONVENCIONAL

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO ITEM	UNIDADE	COEFICIENTE	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL
COMPOSIÇÃO	04	VIGA EM CONCRETO ARMADO	-	-	-	R\$ 56.211,41
SINAPI	92446	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE VIGA, ESCORAMENTO COM PONTALETE DE MADEIRA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM MADEIRA SERRADA, 1 UTILIZAÇÃO. AF_09/2020	M²	129,24	R\$ 306,02	R\$ 39.550,02

SINAPI	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA/ BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	M³	11,83	R\$ 458,62	R\$ 5.425,47
SINAPI	92764	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIO NAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 16,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	177,30	R\$ 10,27	R\$ 1.820,87
SINAPI	92763	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIO NAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	217,70	R\$ 10,56	R\$ 2.298,91
SINAPI	92762	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIO NAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	364,70	R\$ 12,52	R\$ 4.566,04

SINAPI	92761	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	23,30	R\$ 13,97	R\$ 325,50
SINAPI	92759	ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	KG	143,80	R\$ 15,47	R\$ 2.224,59

ANEXO 1 – RENDIMENTO E CARACTERÍSTICAS DAS FORMAS DE EPS IFORMS.

CARACTERÍSTICAS	IFORMS 12	IFORMS 18
Rendimento por forma, área (m²)	0,5	0,5
Formas por m² (un/m²)	2,0	2,0
Peso próprio (kg/m²)	2,0	2,9
Peso com concreto armado (kg/m²)	95,0	179,0
Coefficiente de produtividade (hh/m²)	0,5	0,4
Densidade do EPS Classe F (kg/m³)	26,0	26,0
Consumo de concreto (m³/m²)	0,038	0,072
Absorção de umidade (%)	0	0
Resistência do EPS a temp. extremas (°C)	80,0	80,0
Isolamento Térmico (w/m²k)	0,035	0,029
Decibels (dB)	45,0	55,0