



**UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
FACULDADE DE ENGENHARIAS, ARQUITETURA E URBANISMO DA
UNIVAP (FEAU)**

**BRUNO DE ANDRADE ULIANI
RICARDO DE FREITAS MIRANDA FILHO**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MÉTODO DE CONSTRUÇÃO COM
ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS EM EPS E CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL
PARA UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO.**

São José dos Campos

2025

BRUNO DE ANDRADE ULIANI
RICARDO DE FREITAS MIRANDA FILHO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O MÉTODO DE CONSTRUÇÃO COM
ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS EM EPS E CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL
PARA UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR: UM ESTUDO DE CASO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Civil da Universidade Do Vale Do
Paraíba para o grau de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Guido Santos

São José dos Campos

2025

Agradecimentos

Agradeço imensamente ao meu orientador, Prof. Me. Guido Santos, por sua orientação dedicada, apoio constante e disponibilidade ao longo do desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso. Suas contribuições técnicas, sugestões precisas e capacidade de transmitir conhecimento foram fundamentais para o aprimoramento deste estudo e para meu crescimento acadêmico.

Estendo meus agradecimentos aos colegas e amigos que fizeram parte da minha trajetória na UNIVAP, contribuindo para uma vivência universitária mais leve, enriquecedora e marcante. Sua parceria e incentivo foram essenciais ao longo deste percurso.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho, incluindo o professor Luca, a professora Nara e a professora Fernanda, deixo meus sinceros agradecimentos.

Resumo

Este trabalho realiza uma análise comparativa entre dois sistemas construtivos aplicados à execução de uma residência unifamiliar: a alvenaria estrutural em blocos de concreto e o método ICF (Insulated Concrete Forms), composto por elementos pré-moldados em EPS. A pesquisa apresenta o contexto da construção civil brasileira, marcado por desafios como baixa produtividade, desperdício de materiais e crescente demanda por processos mais industrializados, no qual o EPS surge como alternativa capaz de melhorar o desempenho térmico, reduzir resíduos e favorecer a racionalização do canteiro. O estudo de caso foi desenvolvido a partir do projeto de uma residência térrea de 78 m², com levantamentos quantitativos, orçamentos e análises de produtividade para ambos os sistemas. Os resultados indicam que a alvenaria convencional apresenta menor custo direto por metro quadrado, enquanto o método ICF se destaca pela maior eficiência operacional, reduzindo o tempo de execução das paredes de aproximadamente 15 dias para cerca de 10 dias e diminuindo a necessidade de homens-hora por metro quadrado. Dessa forma, observa-se que a escolha entre os sistemas pode variar conforme as metas do empreendimento, já que o custo inicial favorece a alvenaria convencional, ao passo que o ICF tende a oferecer vantagens relacionadas à produtividade, organização do canteiro e racionalização das etapas, fatores que podem influenciar o planejamento e o desempenho global da obra.

Palavras-chave: EPS; ICF; sistemas construtivos; custo de construção; produtividade.

Abstract

COMPARATIVE STUDY OF CONSTRUCTION METHODS USING PRECAST EPS ELEMENTS VERSUS CONVENTIONAL TECHNIQUES IN A SINGLE-FAMILY RESIDENCE: A CASE STUDY

This study presents a comparative analysis between two construction systems applied to the execution of a single-family residence: structural masonry using concrete blocks and the ICF (Insulated Concrete Forms) method, composed of EPS prefabricated elements. The research outlines the context of the Brazilian construction sector, marked by challenges such as low productivity, material waste, and a growing demand for more industrialized processes, in which EPS emerges as an alternative capable of improving thermal performance, reducing waste, and promoting greater jobsite rationalization. The case study was developed from the design of a 78 m² single-story residence, with quantitative surveys, cost estimates, and productivity assessments conducted for both systems. The results indicate that conventional masonry presents a lower direct cost per square meter, while the ICF method stands out for its higher operational efficiency, reducing wall execution time from approximately 15 days to about 10 days and lowering the required man-hours per square meter. Thus, it is observed that the choice between the systems may vary according to the project's objectives, as the initial cost favors traditional masonry, whereas ICF tends to offer advantages related to productivity, jobsite organization, and the rationalization of construction stages, factors that can influence overall planning and project performance.

Keywords: EPS; ICF; construction systems; construction cost; productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Painel Monolítico.	17
Figura 2: Chapa com núcleo em EPS.....	18
Figura 3: Composição de uma parede no sistema ICF.	19
Figura 4: Planta baixa do estudo de caso.....	22
Figura 5: Fórmula da Razão Unitária de Produção (RUP).....	23
Figura 6: Árvore de fatores.....	24
Figura 7: Vista superior da parede ICF.....	28
Figura 8: Montagem das formas ICF (segunda fiada)	28
Figura 9: Concretagem das formas ICF.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição da alvenaria de blocos de concreto estrutural por metro quadrado.....	24
Tabela 2: Composição da argamassa traço 1:2:9 por metro cúbico.....	25
Tabela 3: Orçamento de insumos.....	25
Tabela 4: Custo total por metro quadrado de alvenaria com bloco estrutural.....	27
Tabela 5: Custo total por metro quadrado do sistema ICF.....	30
Tabela 6: Produtividade Hora-Homem/m ²	31

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural
ARXX – Sistema de formas isolantes para concreto (ICF)
BASF – Badische Anilin und Soda Fabrik (empresa fabricante do EPS Styropor)
CA – Concreto Armado
CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção
EPS – Poliestireno Expandido
ICF – Insulated Concrete Forms (Formas de Concreto Isolantes)
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MPa – Megapascal (unidade de resistência mecânica)
NBR – Norma Brasileira
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PINI – Editora especializada em construção civil
PIB – Produto Interno Bruto
PS – Poliestireno
RUP – Razão Unitária de Produção
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
UNIVAP – Universidade do Vale do Paraíba

SUMÁRIO

1. Introdução.....	11
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo geral:.....	11
1.1.2 Objetivos específicos:	12
2. Revisão da literatura.....	12
2.1 Contextualização da construção civil no Brasil.....	12
2.2 Problemas enfrentados na construção civil.....	13
2.2.1 Planejamento Deficiente	13
2.2.2 Mão de Obra Pouco Qualificada	13
2.2.3 Desperdício de Materiais.....	14
2.2.4 Falta de Sustentabilidade.....	14
2.2.5 Problemas Logísticos	14
2.3 Apresentação do EPS (Poliestireno Expandido) como alternativa.....	14
2.3.1 História, surgimento e evolução do EPS.....	15
2.3.2 Propriedades do EPS	16
2.4 Sistemas Construtivos com Elementos Pré-Moldados em EPS.....	17
2.4.1 Painéis Monolíticos com Malha de Aço e Concreto Projetado.....	17
2.4.2 Painéis Pré-Moldados com Chapas e Núcleo em EPS.....	18
2.4.3 Sistema ICF (Insulated Concrete Forms).....	18
2.5 EPS e Normas Técnicas.....	19
2.5.1 NBR 11752:2018 – Isolantes térmicos.....	19
2.5.2 NBR 15873:2010 – Poliestireno Expandido (EPS) para construção civil	20
2.5.3 NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto	20
3. Material e método.....	21
3.1 Caracterização do estudo de caso: projeto de uma casa.....	21
3.2 Composição de custos – SINAPI, fornecedor ICF e fornecedores locais.....	22
3.3 Custo total por metro quadrado e comparativo.....	23

3.4 Produtividade dos sistemas.....	23
4 Resultados e discussão	23
4.1 Levantamento da parede convencional.....	23
4.2 Levantamento em ICF	29
4.3 Produtividade.....	32
5 Conclusões.....	32
6 Referências Bibliográficas.....	34

1. Introdução

A construção civil desempenha papel fundamental no desenvolvimento econômico e social de qualquer país, sendo responsável por grande parte da infraestrutura urbana, geração de empregos e movimentação da cadeia produtiva. No Brasil, esse setor carrega uma herança de métodos construtivos tradicionais que, apesar de consolidados ao longo do tempo, têm se mostrado cada vez mais incompatíveis com as exigências atuais de produtividade, sustentabilidade e qualidade. O histórico evolutivo da construção civil demonstra como as inovações tecnológicas têm moldado o setor, desde os primórdios rudimentares até os sistemas estruturais modernos. Contudo, a crescente demanda por soluções mais eficientes e sustentáveis evidencia a necessidade de uma reavaliação das práticas adotadas nos canteiros de obras brasileiros (Pinheiro, 2024).

Apesar da relevância econômica do setor, a construção civil enfrenta diversos desafios que comprometem seu desempenho. Entre os principais problemas destacam-se o planejamento deficiente, a baixa qualificação da mão de obra, o desperdício de materiais, a carência de práticas sustentáveis e as falhas logísticas. Tais entraves impactam diretamente os custos, os prazos e a qualidade das obras, além de agravarem os impactos ambientais. Essa realidade evidencia a urgência de adotar métodos construtivos mais industrializados e tecnicamente eficientes (Pinheiro, 2024).

Nesse contexto, uma alternativa promissora é o uso do Poliestireno Expandido (EPS) em sistemas construtivos industrializados. Leve, versátil, reciclável e eficiente, o EPS permite a racionalização de recursos, a redução de desperdícios, a diminuição do tempo de obra e a melhoria do conforto térmico e acústico das edificações. Sua aplicação tem se mostrado viável em diversos tipos de empreendimentos, especialmente em habitações sociais e obras públicas, reforçando sua relevância diante dos desafios contemporâneos da construção civil. Assim, este trabalho justifica-se pela necessidade de explorar e difundir soluções construtivas que promovam maior sustentabilidade, economia e modernização no setor, com foco no método de construção com elementos pré-moldados em EPS.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral:

O objetivo geral deste trabalho é comparar os custos de construção entre o método tradicional e o sistema com elementos pré-moldados em EPS (Poliestireno Expandido) na execução

de uma residência unifamiliar, buscando identificar como o uso do EPS pode influenciar a economia, a produtividade e a racionalização dos processos construtivos.

1.1.2 Objetivos específicos:

Como objetivos específicos, pretende-se identificar e quantificar os custos das etapas de estrutura e acabamento nos dois sistemas construtivos, bem como comparar o consumo de insumos e o tempo de execução de cada método, de modo a compreender os efeitos dessas variáveis sobre a produtividade da obra. Além disso, busca-se avaliar os benefícios econômicos associados ao emprego de elementos pré-moldados em EPS, considerando sua viabilidade financeira e eventuais limitações em relação ao modelo convencional.

2. Revisão da literatura

2.1 Contextualização da construção civil no Brasil.

A construção civil é uma das atividades humanas mais antigas, tendo origem ainda na pré-história, quando o ser humano começou a erguer abrigos rudimentares utilizando elementos disponíveis na natureza, como pedras, galhos e barro. Com o passar dos séculos, o desenvolvimento de técnicas construtivas acompanhou o avanço das civilizações. Os egípcios, por exemplo, empregaram métodos sofisticados de organização de mão de obra e transporte de materiais para erguer as pirâmides, enquanto os romanos deixaram como legado o uso do concreto e do arco como elementos estruturais inovadores, que permanecem influentes até hoje. (Ribeiro e Fonseca, 2020)

Durante a Idade Média, a construção foi marcada pelas catedrais góticas e pelas muralhas defensivas, com foco em mão de obra intensiva. Já na Revolução Industrial, a introdução de novos materiais como o aço e o cimento Portland, bem como a mecanização de processos, transformou radicalmente o setor, permitindo construções mais altas, resistentes e rápidas. (Ribeiro e Fonseca, 2020)

No século XX, o concreto armado e os sistemas estruturais em aço passaram a dominar as grandes obras, consolidando os métodos convencionais que ainda hoje são amplamente utilizados, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. No entanto, a partir da segunda metade do século XX, começaram a surgir movimentos em prol da sustentabilidade e da industrialização da construção, pressionando o setor por mudanças. (Ching, 2017)

Atualmente, a construção civil vive um período de transição e reavaliação de paradigmas. As exigências ambientais, a escassez de recursos naturais, os custos elevados e a necessidade de maior produtividade impulsionam a adoção de tecnologias construtivas mais eficientes, limpas e industrializadas. Nesse novo cenário, destaca-se o uso de métodos como a construção modular, os sistemas pré-moldados, e o emprego de materiais alternativos, como o Poliestireno Expandido (EPS), que aliam leveza, versatilidade, velocidade e benefícios ambientais. (Ching, 2017)

Portanto, o setor se encontra em um ponto de inflexão: entre manter práticas tradicionais ainda muito presentes no canteiro de obras ou avançar para uma construção civil mais industrializada, sustentável e tecnológica, em sintonia com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU e com as diretrizes de desempenho estabelecidas pelas normativas técnicas nacionais (Dino, 2025)

2.2 Problemas enfrentados na construção civil

A construção civil representa um dos setores mais importantes para o desenvolvimento econômico e social de um país, sendo responsável pela geração de empregos, obras de infraestrutura e habitação. No entanto, o setor enfrenta diversos problemas que comprometem a produtividade, a sustentabilidade e a qualidade das obras. Este trabalho tem como objetivo também discutir os principais problemas enfrentados na construção civil, com base em literatura especializada, destacando suas causas e possíveis consequências para o setor.

2.2.1 Planejamento Deficiente

Um dos problemas mais recorrentes na construção civil é o planejamento ineficiente. Muitas obras iniciam-se sem um cronograma adequado, sem um orçamento detalhado e sem um plano de execução bem definido. Essa deficiência resulta em atrasos, aumento de custos e retrabalhos. Conforme Lima Júnior e Weber (2006), a falta de ferramentas eficazes de gestão contribui significativamente para a baixa produtividade no setor.

2.2.2 Mão de Obra Pouco Qualificada

A mão de obra empregada na construção civil, em sua maioria, possui baixa qualificação técnica. Isso compromete a execução correta dos serviços, aumenta os índices de acidentes de trabalho e reduz a qualidade final das obras. Cardoso, Oliveira e Silva (2008) afirmam que a falta de capacitação contribui para a baixa produtividade e para a ocorrência frequente de retrabalhos nos canteiros de obras.

2.2.3 Desperdício de Materiais

Diversos estudos brasileiros apontam que o desperdício de materiais na construção civil ainda é um dos principais fatores de aumento de custos e baixa eficiência produtiva. Um levantamento bastante utilizado na literatura, compilado por Beltrão (2014) e citado em estudo da Universidade de Brasília, apresenta taxas médias de desperdício por tipo de material em obras convencionais. Os valores indicam perdas significativas, como aproximadamente 9% para concreto usinado, 11% para aço, 13% para blocos de alvenaria, 14% para revestimentos cerâmicos, 17% para tintas e até 30% para gesso, um dos materiais com maior índice de descarte. Esses números evidenciam que a gestão inadequada dos insumos impacta diretamente o custo final da obra e reforçam a necessidade de maior racionalização, treinamento de mão de obra e adoção de sistemas construtivos mais industrializados, capazes de reduzir perdas ao longo da execução.

2.2.4 Falta de Sustentabilidade

A sustentabilidade ainda é um desafio na construção civil. O uso excessivo de recursos naturais, a produção de resíduos e a baixa eficiência energética das edificações indicam práticas construtivas que não consideram os impactos ambientais. De acordo com John et al. (2005), é essencial incorporar critérios de sustentabilidade nos processos construtivos, desde a escolha dos materiais até o planejamento urbano.

2.2.5 Problemas Logísticos

A logística nos canteiros de obras também é um fator crítico. A má organização do transporte e armazenamento de materiais interfere na produtividade, aumenta os custos e eleva o risco de acidentes. Tomasi e Menegotto (2014) destacam que uma logística eficiente pode melhorar significativamente o desempenho das obras.

2.3 Apresentação do EPS (Poliestireno Expandido) como alternativa.

O Poliestireno Expandido (EPS) é um material termoplástico leve, composto majoritariamente por ar, que vem sendo aplicado como alternativa inovadora na construção civil. Tradicionalmente usado como isolante térmico e em embalagens, o EPS passou a ser empregado na forma de painéis pré-moldados, lajes, blocos de vedação e enchimentos, integrando sistemas

construtivos industrializados. Esses sistemas combinam o EPS com telas de aço e camadas de concreto, proporcionando leveza, resistência e rapidez na execução. Sua aplicação permite reduzir significativamente a mão de obra, os prazos de construção e os desperdícios de materiais, além de simplificar a logística no canteiro de obras. (Abece, 2010)

Além da eficiência construtiva, o EPS também contribui para o conforto térmico e acústico das edificações, o que reduz o consumo energético ao longo da vida útil da construção. Trata-se de um material reciclável e reutilizável, alinhado aos princípios da construção sustentável e da economia circular. Apesar de ainda pouco difundido no Brasil, o uso do EPS já apresenta resultados positivos em obras públicas, habitações sociais e edifícios comerciais, configurando-se como uma solução promissora diante das demandas por sustentabilidade, economia e modernização da construção civil. (Abrapex, 2020)

2.3.1 História, surgimento e evolução do EPS

O Poliestireno Expandido (EPS) é um material termoplástico derivado do petróleo, cuja base é o estireno, um hidrocarboneto aromático. Desenvolvido pela primeira vez na década de 1940 pela empresa alemã BASF, o EPS surgiu como uma alternativa leve, resistente e isolante para aplicações industriais e posteriormente para a construção civil (TACHIBANA, 2002). A produção comercial teve início em 1954, quando a BASF patenteou o processo de expansão do poliestireno utilizando gás pentano, dando origem ao material conhecido mundialmente como “Styropor” (BASF, 2020).

A utilização do EPS na construção civil começou a ganhar força a partir da década de 1970, especialmente na Europa, como resposta à necessidade de materiais construtivos com bom desempenho térmico e leveza estrutural. A evolução do material e das técnicas de moldagem permitiu seu uso em componentes estruturais não apenas como isolamento térmico, mas também como elemento de vedação e, mais recentemente, como parte de sistemas construtivos integrados, como os painéis monolíticos com malhas metálicas (Tachibana, 2002).

No Brasil, o EPS começou a ser utilizado na construção civil a partir da década de 1990, inicialmente em aplicações de isolamento térmico e, posteriormente, como parte de sistemas alternativos e inovadores para edificações residenciais e comerciais (Abece, 2010).

2.3.2 Propriedades do EPS

O EPS é constituído por 98% de ar e apenas 2% de material sólido, o que resulta em um material extremamente leve, com densidades que variam entre 10 kg/m³ a 30 kg/m³, conforme a aplicação (Santos, 2013). Sua leveza facilita o transporte e a montagem, reduzindo significativamente o custo com logística e mão de obra.

Além disso, apresenta baixa absorção de água, o que contribui para sua durabilidade e resistência à umidade. É biologicamente inerte e não propicia a proliferação de fungos, bactérias ou outros micro-organismos (Gomes et al., 2015).

O EPS é um excelente isolante térmico devido à sua estrutura celular fechada que impede a passagem do calor por condução, convecção ou radiação. A condutividade térmica do EPS varia entre 0,033 e 0,040 W/m·K, dependendo da sua densidade (Tachibana, 2002). Esse desempenho térmico favorece a eficiência energética das edificações, reduzindo a necessidade de climatização artificial.

De acordo com a NBR 11752 (Abnt, 2018), o EPS atende aos requisitos mínimos de isolamento térmico para materiais utilizados em sistemas de vedação e cobertura, sendo amplamente recomendado em projetos de conforto térmico.

Embora o EPS não seja um material estrutural por natureza, ele pode integrar sistemas construtivos com elementos metálicos ou de concreto, formando painéis autoportantes que oferecem resistência suficiente para aplicações em paredes, lajes e coberturas. Quando associado a malhas de aço galvanizado e projetado com argamassa, o EPS compõe sistemas que atendem aos critérios de desempenho estabelecidos pela norma de desempenho NBR 15575 (Abnt, 2013).

Além disso, estudos demonstram que o uso do EPS contribui para a redução de cargas nas fundações e possibilita maior velocidade na execução das obras, sem comprometer a resistência mecânica global da estrutura (Costa e Lima, 2011).

2.4 Sistemas Construtivos com Elementos Pré-Moldados em EPS

O Poliestireno Expandido (EPS) vem sendo amplamente empregado na construção civil por suas propriedades como leveza, resistência à umidade, isolamento térmico e facilidade de industrialização. Diversos sistemas construtivos utilizam o EPS como núcleo isolante ou parte integrante da estrutura, proporcionando benefícios como eficiência energética, menor geração de resíduos e agilidade na execução (Abrapex, 2022). A seguir, apresentam-se os principais sistemas construtivos baseados em elementos pré-moldados em EPS:

2.4.1 Painéis Monolíticos com Malha de Aço e Concreto Projetado

Também conhecidos como painéis treliçados, esse sistema consiste em placas de EPS revestidas com telas metálicas galvanizadas, unidas por conectores soldados. Após a montagem na obra, essas placas recebem a aplicação de concreto projetado (shotcrete), formando um conjunto estrutural resistente e monolítico (ABNT NBR 16055:2012).

Esse sistema oferece vantagens como leveza, isolamento térmico, rapidez de execução e redução de desperdícios. É bastante utilizado em programas habitacionais e construções térreas ou de até três pavimentos (Menezes et al., 2019).

A Figura 1 mostra a execução de uma edificação utilizando painéis monolíticos com núcleo em EPS, já posicionados e armados, preparados para receber o concreto projetado, etapa que dará rigidez e resistência às paredes do sistema.

Figura 1 - Painel Monolítico.



Fonte: ISOALFA (2025).

2.4.2 Painéis Pré-Moldados com Chapas e Núcleo em EPS

Esse sistema é formado por painéis do tipo "sanduíche", conforme modelo representado na figura 2, compostos por um núcleo de EPS entre duas chapas externas — que podem ser de cimento, gesso ou aço galvanizado (Lima et al., 2021). É muito utilizado em construções modulares, fechamentos verticais, divisórias internas e fachadas.

A leveza e a precisão dos elementos proporcionam montagem rápida, boa performance térmica e isolamento acústico (Abrapex, 2023). A produção industrial desses painéis permite padronização e racionalização da obra, sendo compatível com sistemas como Light Steel Frame.

Figura 2 - chapa com núcleo em EPS



Fonte: Decorlít (2025).

2.4.3 Sistema ICF (Insulated Concrete Forms)

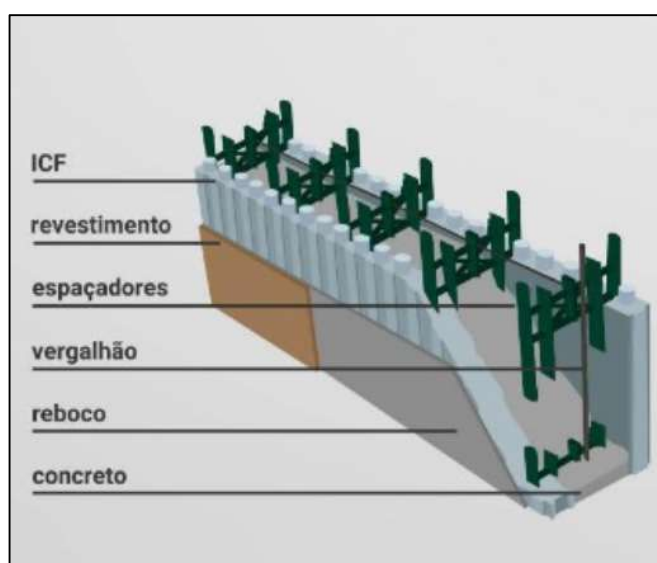
O sistema ICF (Insulated Concrete Forms) se destaca como uma das soluções mais completas entre os sistemas construtivos com EPS. Consiste em blocos ou painéis de EPS que funcionam como fôrmas permanentes para a concretagem de paredes. Após o enchimento com concreto e armaduras, o EPS permanece incorporado à estrutura, oferecendo elevado desempenho térmico e acústico (Souza et al., 2020).

Entre suas principais vantagens ressalta-se uma resistência estrutural, significativa redução do consumo energético ao longo da vida útil da edificação e a rapidez na execução, uma vez que o sistema elimina etapas como a desforma e proporciona menor geração de entulho (ABRAPEX, 2022). Além disso, o ICF contribui para a sustentabilidade do projeto, pois reduz o uso de madeira, água e tempo de obra (Dorgan, 2018).

Esse sistema é amplamente utilizado na América do Norte e na Europa, e vem ganhando espaço no Brasil, principalmente em construções residenciais e comerciais que buscam eficiência energética e conforto térmico (Souza et al., 2020).

A Figura 3 ilustra a composição de uma parede construída pelo sistema ICF, destacando seus principais elementos: bloco de EPS, revestimento, espaçadores, vergalhões, camada de reboco e o núcleo estrutural de concreto que garante resistência ao conjunto.

Figura 3 - composição de uma parede no sistema ICF.



Fonte: FASEICF (2019)

2.5 EPS e Normas Técnicas

A aplicação de sistemas construtivos que utilizam o Poliestireno Expandido (EPS) deve atender a um conjunto de normas técnicas que asseguram o desempenho, a durabilidade, a segurança estrutural e o conforto das edificações. No Brasil, destacam-se as normas ABNT NBR 11752:2018, NBR 15873:2010 e NBR 6118:2023, que regulamentam aspectos térmicos, especificações do EPS para a construção civil e projetos de estruturas de concreto, respectivamente.

2.5.1 NBR 11752:2018 – Isolantes térmicos

A norma NBR 11752 estabelece os métodos de ensaio para determinação da condutividade térmica de materiais isolantes, incluindo o EPS, que é amplamente utilizado como isolante térmico em paredes, lajes e coberturas. A condutividade térmica do EPS, segundo essa norma, deve ser

verificada por meio de métodos padronizados, garantindo que o material atenda aos requisitos mínimos de eficiência energética e conforto térmico (Abnt, 2018).

O controle da condutividade térmica é essencial para que o EPS seja eficaz na redução de cargas térmicas nas edificações, o que impacta diretamente no consumo energético com sistemas de climatização. A conformidade com esta norma assegura que o EPS empregado em elementos construtivos mantenha um desempenho térmico adequado ao longo da vida útil da edificação (Gomes et al., 2015).

2.5.2 NBR 15873:2010 – Poliestireno Expandido (EPS) para construção civil

A norma NBR 15873 define os requisitos técnicos e os métodos de ensaio para o EPS utilizado na construção civil, com foco em propriedades como densidade aparente, absorção de água, resistência à compressão, fluência e deformações dimensionais. Segundo a norma, o EPS deve ser fabricado de acordo com as classes de desempenho estabelecidas, variando conforme a sua aplicação – estrutural, térmica ou de vedação (ABNT, 2010).

Essa norma é fundamental para garantir que os blocos ou painéis de EPS utilizados em obras estejam em conformidade com os parâmetros de qualidade e segurança exigidos. Conforme ressaltam Costa e Lima (2011), a padronização oferecida pela NBR 15873 promove maior confiança na utilização do EPS como parte integrante de sistemas construtivos inovadores, como os painéis monolíticos com malha de aço galvanizado.

2.5.3 NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto

A NBR 6118 é a norma que rege o projeto de estruturas de concreto armado no Brasil. Embora não trate diretamente do EPS, sua aplicação é essencial quando o material é utilizado em conjunto com elementos estruturais de concreto armado, como nos sistemas construtivos mistos ou nos painéis estruturais pré-moldados com núcleo em EPS.

Nesse contexto, os profissionais devem observar as exigências da NBR 6118 no que diz respeito à resistência dos materiais, dimensionamento das armaduras, controle de fissuração, durabilidade e segurança estrutural. A norma ainda estabelece critérios para as interações entre os materiais estruturais e os sistemas de vedação ou isolamento, o que inclui a compatibilização do EPS com os concretos e argamassas de revestimento (ABNT, 2023).

De acordo com a ABECE (2010), a correta aplicação da NBR 6118 nos projetos que utilizam EPS garante que o sistema estrutural atenda às exigências de desempenho da NBR 15575, norma que trata do desempenho global das edificações habitacionais.

3. Material e método

O desenvolvimento desse trabalho conduz um estudo comparativo, cujo propósito analisou-se os custos de materiais e mão de obra entre dois sistemas construtivos utilizados na construção civil: a alvenaria estrutural em blocos de concreto e o método ICF (Insulated Concrete Forms) em EPS.

3.1 Caracterização do estudo de caso: projeto de uma casa.

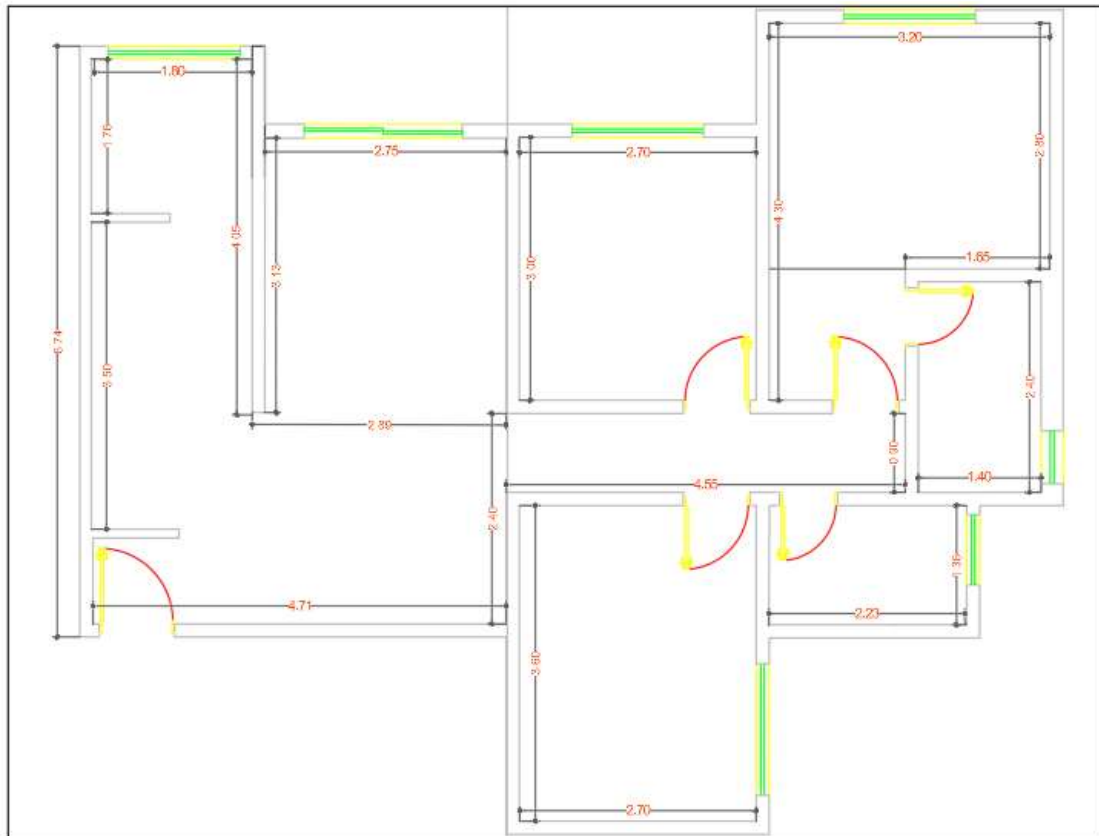
Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se um estudo de caso com base no projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar térrea, de padrão construtivo médio, com área construída de 78 m² e pé-direito de 2,70 m. Descrever a área íntima como composta por três dormitórios, sendo um destinado ao casal, com dimensões superiores às demais dependências. Incluir no projeto um banheiro social posicionado de forma a atender adequadamente todos os ambientes, além de área de serviço e circulação interna simplificada.

Realizar a quantificação da alvenaria a partir do cálculo das superfícies verticais correspondentes às paredes e à platibanda da edificação. Determinar, inicialmente, a extensão linear das paredes internas e externas, totalizando 59,71 metros, e, ao multiplicar esse valor pelo pé-direito, obter a área de 161,22 m² de alvenaria.

Considerar, em seguida, a área da platibanda, adotando altura média de 0,80 m ao longo de todo o perímetro da residência, equivalente a 38 metros lineares, resultando no acréscimo de 30,40 m² ao quantitativo total.

Assim, somar as áreas das paredes e da platibanda, totalizando 191,62 m² de alvenaria executada na edificação.

Figura 4 – Planta baixa do estudo de caso.



Fonte: autoria própria

3.2 Composição de custos – SINAPI, fornecedor ICF e fornecedores locais

Em continuidade ao trabalho, analisou-se os custos com base em critérios técnicos aplicados às etapas de alvenaria e acabamento. Utilizar, inicialmente, um estudo de caso para a aplicação dessas análises, realizando o levantamento quantitativo dos materiais empregados em ambos os sistemas, seguido da elaboração de um orçamento detalhado fundamentado nas tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e em cotações de fornecedores de ICF, considerando materiais, mão de obra e prazos de execução. Ademais, realizar a cotação de insumos junto a fornecedores locais para itens como betoneira, cimento, cal, areia, concreto usinado e vergalhões.

Nessa etapa, calcular o custo por metro quadrado de ambos os sistemas e multiplicar pelo total da área construída da obra, conforme estabelecido no item anterior

3.3 Custo total por metro quadrado e comparativo

Após realizar-se o levantamento do custo por metro quadrado de cada um dos sistemas, alvenaria estrutural e ICF, e obter-se valores distintos para cada método construtivo, determinou-se o valor total referente às etapas de alvenaria e acabamento de cada sistema. A partir desse resultado, foi analisada a viabilidade de cada solução construtiva

3.4 Produtividade dos sistemas

Para comparar a produtividade dos dois sistemas, abordou-se a produtividade da mão de obra, a qual pode ser mensurada por meio do indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP). Esse indicador desempenha papel fundamental na elaboração de estimativas orçamentárias, pois representa o desempenho operacional da equipe em uma determinada empresa. Conforme a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2017), a RUP expressa a relação entre a quantidade de homens-hora (Hh) necessários e a quantidade de serviço executado, sendo calculada pela razão entre entradas e saídas. Na Figura 5, a fórmula correspondente a esse indicador

Figura 5 - Fórmula da Razão Unitária de Produção (RUP)

$$\text{Coeficiente} = \frac{\text{Tempo} \times \text{N}^{\circ} \text{ de Profissionais}}{\text{Qnt. de Serviço}}$$

Fonte: CBIC (2017)

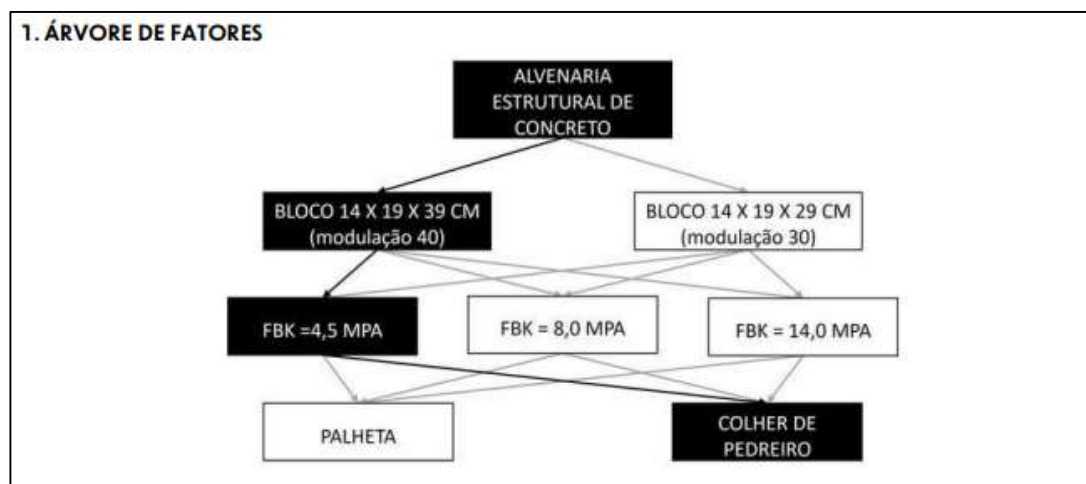
4. Resultados e discussão

4.1 Levantamento da parede convencional

A obtenção do custo da alvenaria estrutural foi considerado a partir do sistema de vedação em bloco estrutural, o qual utilizou-se blocos de concreto com resistência de 4,5 MPa, medindo 14 × 19 × 39 cm e blocos especiais medindo 14 X 19 X 34 e 14 X 19 X 19 empregados com função autoportante e assentados com argamassa traço 1:2:9 (em volume de cimento, cal e areia média úmida) para emboço e massa de assentamento de alvenaria de vedação com preparo mecânico com betoneira e espessura média de real da junta de 10mm. O sistema adotou reforços estruturais constituídos por grauteamentos horizontais executados nas cintas de amarração em concreto

armado localizadas na última fiada, bem como nas vergas e contravergas. Além disso, foram realizados grauteamentos verticais para complemento da estabilidade do conjunto. Abaixo, a Figura 6, retirada da SINAPI, mostra a árvore de fatores da alvenaria estrutural em blocos de concreto.

Figura 6 - Arvore de fatores



Fonte: SINAPI (2025)

Para o cálculo do custo da alvenaria estrutural considerou-se os valores de custo da SINAPI, seguindo a composição das Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Composição da alvenaria de blocos de concreto estrutural por metro quadrado

TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	COEF.
C	88715	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (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	0,0168
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,62
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,62
I	38597	CANALETA DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	0,97
I	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	1,46
I	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	1,46
I	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	10,204

Fonte: SINAPI (2025)

Tabela 2 - Composição da argamassa traço 1:2:9 por metro cúbico.

TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	COEF.
C	88831	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_05/2023	CHI	3,27
C	88830	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_05/2023	CHP	0,99
C	88377	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,26
I	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	178,82
I	1106	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	KG	158,95
I	370	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	1,19

Fonte: SINAPI (2025)

Para a composição dos resultados do custo total dos dois métodos construtivos analisados, realizou-se um levantamento detalhado dos principais insumos necessários à execução das etapas de obra. Esse orçamento foi elaborado com base em pesquisas efetuadas em varejos locais, selecionando-se três fornecedores distintos para cada material, a fim de garantir maior representatividade e reduzir variações pontuais de preço. A média obtida entre os valores coletados foi utilizada como referência para a análise comparativa dos sistemas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Orçamento de insumos.

Item	Descrição	Und	Custo unitário
	ALVENARIA		
1.1	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV		
	Casa do construtor < https://casadoconstrutor.com.br/pt-br/equipamento/aluguel-de-betoneira-400-litros?fmkt=dm\$gad_source=1&qad_campaign=loc/mês >	loc./mês	RS 440,00
	Aluga mais equipamentos < https://alugamaisequipamentos.com.br/produtos/betoneira-eletrica-400l-220v?utm_source=chatgpt.com >	loc./mês	RS 599,00
	Sodimac	loc./mês	RS 495,00
1.4	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32		
	Leroy Merlin < https://www.leroymerlin.com.br/cimento-cp-ii-e-32-saco-de-50kg-tupi_89310004?store_code=55 >	saco 50kg	RS 38,90
	Telha norte < https://www.telhanorte.com.br/cimento-cinza-cp-ii-e-32-rs-campeao-50kg-2437279/p?dsku=2437279&utm_source=google&utm >	saco 50kg	RS 32,90
	Sodimac < https://www.sodimac.com.br/sodimac-br/product/686667/cimento-caue-cp-ii-32-uso-geral-50kg-caue/686667/?tid=goosho_36395&st >	saco 50kg	RS 30,90
1.5	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS		
	Mama constru < https://www.mamaconstru.com/produto/cal-hidratado-chi-ch-1?srsltid=AfmBOopN7rthnjMK-AyIIRIAq0EFpqHqwIT-z4Uwrf1eSK >	saco 20kg	RS 28,90
	Armazem coral < https://www.armazemcoral.com.br/cal-hidratada-para-argamassa-chi-extracal-20kg-prd00003-ouro-branco-662950-230?srsltid >	saco 20kg	RS 34,90
	Hidra < https://calhidra.com.br/produto/cal-hidratada-especial-ch-1?utm_source=chatgpt.com >	saco 15kg	RS 15,56
1.6	AREIA MÉDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)		
	Lerooy Merlin < https://www.atacadodaareia.com.br/areia-media >	m³	RS 90,00
	SINAPI código 000370 (areia média retirada na jazida)	m³	RS 85,00
	Atacado da areia < https://www.capobianco.com.br/areia-media-lavada-m3 >	m³	RS 116,90
	ICF		
2.0	CONCRETO USINADO C25 - BRITA 0 E 1		
	SINAPI código 001527	m³	RS 481,43
	Supermix < https://www.supermix.com.br/blog/preco-m3-concreto-usinado/?utm_source=chatgpt.com >	m³	RS 400,00
	Concreserv < https://lejavirtual.concreserv.com.br/saopaulo/concreto.html?utm_source=chatgpt.com >	m³	RS 523,00
3.0	VERGALHÃO DE 8mm (12m)		
	Bandeirantes Urbanova	kg	RS 7,88
	SINAPI código 000033 (aço CA 50, 8mm, vergalhão)	kg	RS 6,61
	Leroy Merlin < https://www.leroymerlin.com.br/vergalhao-ca-50-8mm-5-16-arcelmittal_90892816?store_code=16&qad_source=1&qad_campaign >	kg	RS 8,42

Fonte: Autoria própria (2025)

Para estimar o volume de graute e quantidade de vergalhões necessários para a execução dos pilares de amarração (graute vertical), das cintas, vergas e contravergas (graute horizontal), além do aço correspondente, foram realizados cálculos. Esses cálculos permitem prever não apenas o volume total de materiais, mas também o impacto financeiro da obra, considerando preços unitários extraídos do SINAPI.

No caso do graute vertical, o volume interno dos blocos foi calculado com base nas dimensões de $13 \times 6 \times 19$ cm, multiplicado pelo número de fiadas e pela quantidade total de pilares de amarração. Assim, obteve-se um volume total aproximado de $0,55575 \text{ m}^3$, ao qual foi acrescido um percentual de 5% para perdas inevitáveis, resultando em $0,583575 \text{ m}^3$ de graute. Utilizando o peso específico aproximado de 2200 kg/m^3 e o custo SINAPI de R\$ 1,63/kg, chegou-se ao valor final de R\$ 2.092,57. Conforme cálculo abaixo.

GRAUTE VERTICAL

0,001482 m^3 (13cm x 6cm x 19cm) Volume interno do bloco

0,02223 m^3 (13cm x 6cm x 19cm) x 15 fiadas

25 pilaretes

0,55575 m^3 Volume total de graute

0,5835375 m^3 Vol. total de graute (considerando 5% de perda)

Considerando:

1 m^3

2200 kg

R\$ 1,63 $\$/\text{Kg}$ (SINAPI)

R\$ 3.586,00 $\$/\text{m}^3$

R\$ 2.092,57 $\$$

Para o graute horizontal, consideraram-se as dimensões internas do bloco utilizado em cintas, vergas e contravergas ($12 \times 17 \times 39$ cm), resultando em um volume por metro linear de $0,007956 \text{ m}^3$. Multiplicando esse valor pelo comprimento total das vigas e vergas (82,8 m), chegou-se a um volume de graute de $1,68912 \text{ m}^3$, também acrescido de 5% de perda, totalizando $1,773576 \text{ m}^3$. Aplicando o mesmo custo unitário, o valor correspondente ao graute horizontal ficou em R\$ 6.360,04.

GRAUTE HORIZONTAL: CINTA + VERGA E CONTRA VERGA

0,007956 m^3 (12cm largura interna x 17cm altura interna x 39cm) por bloco

0,0204 m^3/ML

82,8 ML (60 ML - sem platibanda) + 22,8 ML (Verga e contra verga)

1,68912 m^3 de graute

1,773576 m^3 de graute (considerando 5% de perda)

1 m^3

2200 kg

R\$ 1,63 $\$/\text{Kg}$ (SINAPI)

R\$ 3.586,00 $\$/\text{m}^3$

R\$ 6.360,04 $\$$

Quanto ao vergalhão, considerou-se o consumo por metro linear dos elementos estruturais, sendo utilizado vergalhão de 8 mm com peso aproximado de 0,395 kg/m. Para os trechos necessários (graute horizontal e pilares), o consumo total foi de 190,25 kg, ao custo SINAPI de R\$ 6,61/kg, resultando em R\$ 1.257,57.

VERGALHÃO

0,395 Kg/m (vergalhão de 8mm)

0,79 Kg/m (2 barras de 8 mm)

150,3 ML (82,8ML graute horizontal + 25 pilaretes x 2,7 = 67,5 ML)

190,25 Kg

R\$ 6,61 Kg/vergalhao de 8mm (SINAPI)

R\$ 1.257,57

A Tabela 4 a seguir apresenta o resultado do levantamento completo do custo da alvenaria executada em blocos de concreto estrutural por metro quadrado. Para essa composição, foram considerados todos os insumos necessários à execução da parede, além do revestimento de argamassa com reboco interno de 15 mm e externo de 20 mm. Os valores utilizados foram obtidos tanto da base de referência SINAPI quanto de orçamentos coletados com fornecedores locais, de modo a representar com maior fidelidade a realidade de mercado e garantir uma estimativa de custo mais precisa para o sistema convencional.

Tabela 4 - Custo total por metro quadrado de alvenaria com bloco estrutural.

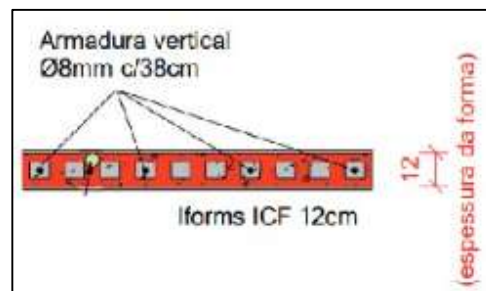
Fonte	Código	Item	Descrição	Und	Coef.	Custo Unit.	Custo Total m²
SINAPI	89470		ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF_10/2022				
SINAPI	88715	1.0	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	m³	0,0168		
SINAPI	88831	1.1	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_05/2023	CHI	3,27	R\$ 2,91	R\$ 0,16
SINAPI	88830	1.2	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_05/2023	CHP	0,99	R\$ 2,91	R\$ 0,05
SINAPI	88377	1.3	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,26	R\$ 33,94	R\$ 2,43
SINAPI	1379	1.4	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	178,82	R\$ 0,68	R\$ 2,06
SINAPI	1106	1.5	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS 20kg	KG	158,95	R\$ 1,41	R\$ 3,77
SINAPI	370	1.6	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m³	1,19	R\$ 97,30	R\$ 1,95
SINAPI	88316	2.0	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hh	0,62	R\$ 25,00	R\$ 15,50
SINAPI	88309	3.0	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hh	0,62	R\$ 35,00	R\$ 21,70
SINAPI	38597	4.0	CANALETA DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	und	0,97	R\$ 4,84	R\$ 4,69
SINAPI	38591	5.0	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	und	1,46	R\$ 3,93	R\$ 5,74
SINAPI	38589	6.0	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	und	1,46	R\$ 2,45	R\$ 3,58
SINAPI	25070	7.0	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	und	10,204	R\$ 4,29	R\$ 43,78
SINAPI	000134	8.0	GRAUTE VERTICAL (PILARETES)	m²	0,58	R\$ 18,71	R\$ 10,92
SINAPI	000134	9.0	GRAUTE HORIZONTAL (CINTAS, VERGAS E CONTRA VERGAS)	m²	1,77	R\$ 18,71	R\$ 33,19
SINAPI	000033	10.0	VERGALHÃO/ARMADURA 8MM	Kg	190,25	R\$ 0,03	R\$ 6,56
TOTAL ALVENARIA				m²			R\$ 156,06
Fonte	Código	Item	Descrição	Und	Coef.	Custo Unit.	Custo Total m²
REBOCO - Interno 15mm e externo 20mm							
SINAPI	88715	1.0	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (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	0,0356		
SINAPI	88831	1.1	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_05/2023	CHI	3,27	R\$ 2,91	R\$ 0,34
SINAPI	88830	1.2	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_05/2023	CHP	0,99	R\$ 2,91	R\$ 0,10
SINAPI	88377	1.3	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,26	R\$ 33,94	R\$ 5,15
SINAPI	1379	1.4	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	178,82	R\$ 0,68	R\$ 4,36
SINAPI	1106	1.5	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS 20kg	KG	158,95	R\$ 1,41	R\$ 7,98
SINAPI	370	1.6	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m³	1,19	R\$ 97,30	R\$ 4,12
TOTAL REBOCO				m²			R\$ 22,05
TOTAL REBOCO + ALVENARIA				m²			R\$ 178,11
TOTAL GERAL				m²	191,62		R\$ 34.128,93

Fonte: Autoria própria (2025)

4.2 Levantamento em ICF

As paredes do sistema ICF foram executadas com formas estruturais de 12 cm de espessura, conforme especificação do fabricante. A Figura 7 apresenta o resultado da composição desse elemento, destacando a disposição da armadura vertical de 8 mm espaçada a cada 38 cm, que integra o núcleo de concreto responsável pela resistência estrutural do sistema.

Figura 7 - Vista superior da parede de ICF



Fonte: iForms (2025)

A Figura 8 apresenta o resultado do processo de montagem das formas do sistema ICF, especificamente a execução da segunda fiada dos blocos de EPS. Essa etapa é fundamental para a conformação das paredes estruturais do sistema, uma vez que o encaixe correto das peças garante o alinhamento, o prumo e a estabilidade do conjunto antes do lançamento do concreto. A imagem ilustra a disposição dos blocos e a colocação das armaduras verticais.

Figura 8 - montagem das formas ICF (segunda fiada).



Fonte: iForms (2025)

O resultado após a montagem dos painéis ter sido concluída, obteve-se a etapa de concretagem das formas do sistema ICF, na qual o concreto é lançado nos núcleos internos formados pelos blocos de EPS, conforme pode ser visto na Figura 9. Esse procedimento garante a consolidação estrutural das paredes e evidencia o método construtivo característico do ICF.

Figura 9 - Concretagem das formas de ICF



Fonte: Arxx (2025)

Com essas características, realizou-se o orçamento do método construtivo em ICF. A Tabela 5 apresenta o resultado do custo total por metro quadrado do sistema, incluindo o concreto utilizado no preenchimento dos núcleos e o revestimento em argamassa traço 1:2:9, aplicado com espessura de 25 mm nas faces internas e externas da parede.

Tabela 5 - Custo total por metro quadrado do sistema ICF.

Fonte	Código	Item	Descrição	Und	Coef.	Custo Unit.	Custo Total m²
PAREDE EM EPS - ICF							
iForm	-	1.0	PAINEL ICF - 12CM COM COMPONENTES (CONECTORES, GRAMPOS, ARAMES E ESPUMA SELANTE)	m²	1,0000	R\$ 130,00	R\$ 130,00
SINAPI	001527	2.0	CONCRETO USINADO 25 MPA COM BOMBEAMENTO	m²	0,0636	R\$ 420,00	R\$ 26,72
SINAPI	000033	3.0	VERGALHÃO/ARMADURA 8MM	Kg	1,5669	R\$ 6,61	R\$ 10,38
iForm		4.0	MÃO DE OBRA 1	Hh	0,4000	R\$ 35,00	R\$ 14,00
		4.0	MÃO DE OBRA 2	Hh	0,4000	R\$ 35,00	R\$ 14,00
TOTAL ESTRUTURA ICF				m²			R\$ 195,08
REBOCO - Interno 25mm e externo 25mm							
SINAPI	88715	1.0	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:9 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BÊTONEIRA 400 L. AF_08/2019	m²	0,05		
SINAPI	88831	1.1	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHI DIURNO. AF_05/2023	CHI	3,27	R\$ 2,91	R\$ 0,48
SINAPI	88830	1.2	BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 400 L, CAPACIDADE DE MISTURA 280 L, MOTOR ELÉTRICO TRIFÁSICO POTÊNCIA DE 2 CV, SEM CARREGADOR - CHP DIURNO. AF_05/2023	CHP	0,99	R\$ 2,91	R\$ 0,14
SINAPI	88377	1.3	OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/MISTURADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	4,26	R\$ 33,94	R\$ 7,23
SINAPI	1379	1.4	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	178,82	R\$ 0,68	R\$ 6,12
SINAPI	1106	1.5	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS 20kg	KG	158,95	R\$ 1,41	R\$ 11,21
SINAPI	370	1.6	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	m³	1,19	R\$ 97,30	R\$ 5,79
TOTAL REBOCO				m²			R\$ 30,96
TOTAL REBOCO + ESTRUTURA ICF				m²			R\$ 226,05
TOTAL GERAL				m²	191,62		R\$ 43.314,93

Fonte: Autoria própria (2025)

Ao analisar comparativamente o resultado dos custos da alvenaria estrutural e do sistema ICF, observa-se uma diferença significativa entre os dois métodos construtivos. A alvenaria convencional apresenta um custo unitário de R\$ 178,11 por metro quadrado, conforme demonstrado na Tabela 4, resultando em um valor total de R\$ 34.128,93 para a área considerada. Esse valor inclui os gastos com materiais, mão de obra e demais insumos necessários para a execução das etapas de alvenaria e revestimento em argamassa.

Por outro lado, o sistema ICF apresenta um custo superior, estimado em R\$ 226,05 por metro quadrado, totalizando R\$ 43.314,93. Esse valor representa um acréscimo aproximado de 27% em relação ao método convencional analisado. Essa tendência também é confirmada pelo estudo de Jesus e Barreto (2018), que identificou que o ICF apresentou custo 20,1% maior quando comparado à alvenaria estrutural, reforçando que esse sistema, embora mais eficiente em desempenho térmico e racionalização construtiva, ainda possui custo direto superior.

A elevação do custo no sistema ICF está relacionada ao valor mais elevado dos materiais específicos utilizados no processo, tais como as formas em EPS e os elementos complementares, além da necessidade de mão de obra mais especializada. Dessa forma, a análise evidencia que, para o cenário estudado, o método construtivo em alvenaria estrutural se mostrou economicamente mais viável quando comparado ao ICF, considerando unicamente os custos diretos de execução

4.3 Produtividade

Um dos objetivos deste estudo é comparar a produtividade entre os diferentes sistemas construtivos, considerando que a redução do tempo de execução da obra constitui um fator essencial para a otimização de custos e recursos. Para essa análise, avaliou-se a demanda de homens-hora (Hh) necessária à execução dos serviços, com base nos dados disponibilizados pelas empresas iForms (2021) e ARXX (2017), conforme resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Produtividade Hora-Homem/m²

Sistemas	Produtividade (Hh/m ²)	Tempo total execução (dias)
Alvenaria Convencional	0,62	15
Sistema ICF	0,4	10

Fonte: autoria própria (2025)

Com base nos resultados apresentados na tabela de produtividade hora-homem por metro quadrado, verificou-se que o sistema ICF demonstra maior eficiência em relação à alvenaria convencional. Dessa forma, evidencia-se que, para obras que demandam maior rapidez na execução, a adoção do sistema ICF configurou-se como a alternativa mais indicada.

5. Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo demonstram que, quando se consideram apenas os custos de execução, a alvenaria convencional em blocos de concreto apresenta-se como a alternativa economicamente mais viável. Seu custo por metro quadrado é inferior ao do sistema ICF, sobretudo pela ampla disponibilidade de materiais e pela menor exigência de especialização da mão de obra. Assim, sob a perspectiva do investimento inicial, o método tradicional continua sendo a opção mais econômica para edificações de pequeno porte.

A análise da produtividade evidencia uma diferença significativa entre os dois sistemas construtivos. De acordo com os dados obtidos, o tempo total de execução da alvenaria convencional foi de aproximadamente 15 dias uteis, enquanto o sistema ICF necessitou de apenas 10 dias uteis para a mesma etapa. Essa diferença de tempo evidencia o elevado desempenho produtivo do ICF, refletindo uma Razão Unitária de Produção (RUP) mais eficiente e uma execução mais limpa e

racionalizada. Além disso, a redução do prazo de obra impacta diretamente a diminuição dos custos fixos, tais como administração do canteiro, aluguel de equipamentos, energia, supervisão e demais despesas que se acumulam ao longo do cronograma.

Embora a alvenaria convencional apresente melhor desempenho econômico no custo direto por metro quadrado, a expressiva redução do tempo de execução proporcionada pelo sistema ICF — de 15 para 10 dias — suscita a dúvida sobre qual solução se mostra realmente mais vantajosa quando se considera o andamento global da obra. A rapidez do ICF pode representar benefícios importantes para o planejamento, para a liberação antecipada de etapas e para a dinâmica geral do canteiro, o que abre espaço para questionamentos quanto à relação entre custo inicial e eficiência operacional. Assim, a decisão sobre o sistema mais favorável dependerá dos objetivos de cada projeto e da relevância atribuída ao prazo de execução.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos quantitativos sobre o desempenho termoacústico das paredes em blocos de concreto e do sistema ICF, a fim de mensurar de forma objetiva a diferença entre ambos. Também se indica a análise comparativa das fundações necessárias para cada sistema, considerando que o ICF é significativamente mais leve e pode demandar fundações menos robustas, o que potencialmente altera o custo global da obra.

6 Referências Bibliográficas

ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural. **Manual de construção com EPS**. São Paulo: ABECE, 2010.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11752: isolantes térmicos – determinação da condutividade térmica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575: edificações habitacionais – desempenho**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15873: poliestireno expandido (EPS) para aplicação na construção civil – requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16055: painel monolítico de poliestireno expandido (EPS) para construção de edificações – requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118: projeto de estruturas de concreto – procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ABRAPEX – Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **Informações técnicas e aplicabilidade do EPS na construção civil**. São Paulo: ABRAPEX, 2020.

ABRAPEX – Associação Brasileira do Poliestireno Expandido. **Publicações técnicas sobre EPS e sistemas construtivos**. São Paulo: ABRAPEX, 2022–2023. Disponível em: <https://www.abrapex.org.br>. Acesso em: 4 ago. 2025.

ARXX DO BRASIL. **Sistemas construtivos em ICF (Insulated Concrete Forms)**. Disponível em: <https://www.arxx.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2025.

BASF. **História do Styropor**. Disponível em: <https://www.basf.com>. Acesso em: 3 ago. 2025.

BELTRÃO, Leandro Modesto Prates. **Proposta de um modelo para estimativa do custo de perdas e desperdícios de materiais em obras de edifícios**. Brasília: Universidade de Brasília, 2014. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/12686/1/2014_LeandroModestoPratesBeltrao.pdf. Acesso em: 10 dez. 2025.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Manual básico de indicadores de produtividade na construção civil: volume 1 – relatório completo**. Brasília, DF: CBIC, 2017.

CARDOSO, F. F.; OLIVEIRA, L. H.; SILVA, M. G. **Avaliação da produtividade da mão de obra na construção civil**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 85–98, jan./mar. 2008.

CHING, F. D. K. **Manual de construção civil: materiais, métodos e técnicas de construção**. Porto Alegre: Bookman, 2017.

COSTA, F. R.; LIMA, L. G. **Análise do comportamento estrutural de painéis monolíticos com núcleo em EPS**. *Revista Engenharia e Construção*, v. 7, n. 2, p. 55–68, 2011.

DECORLIT. **Chapa com núcleo em EPS**. Disponível em: <https://decorlit.com.br/produtos/paineis/painel-facility-eps/>. Acesso em: 17 nov. 2025.

DORGAN, R. J. **ICF Construction: Benefits and Applications**. *Journal of Green Building*, v. 13, n. 4, p. 95–108, 2018.

DINO, Jornal Estado de Minas. **Industrialização na construção civil inclui sustentabilidade**. 26 fev. 2025.

FASEICF. **O Sistema ICF**. Disponível em: <http://faseicf.com.br/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

GOMES, A. M.; FERREIRA, M. C.; RODRIGUES, L. D. **Aplicações do poliestireno expandido na construção civil brasileira**. *Revista Construção e Sustentabilidade*, v. 4, n. 1, p. 19–30, 2015.

IFORMS. **IFORMS**. Disponível em: <https://iforms.com.br/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

ISOALFA. **Painel monolítico**. Disponível em: <https://isoalfa.com.br/paineis-monoliticos/>. Acesso em: 14 nov. 2025.

JESUS, Andressa Tainara Campelo de; BARRETO, Maria Fernanda Fávero Menna. **Análise comparativa dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e moldes isolantes para concreto (ICF)**. *E&S – Engineering and Science*, v. 7, n. 3, p. 12–27, 2018.

JOHN, V. M. et al. **Gestão ambiental na construção civil: materiais e tecnologias sustentáveis**. São Paulo: PINI, 2005.

LIMA, D. A.; MOURA, A. C.; FONSECA, R. C. **Painéis sanduíche com EPS em construções modulares**. *Revista Materiais e Construção*, v. 6, n. 2, p. 45–58, 2021.

LIMA JÚNIOR, F. R.; WEBER, H. G. **Planejamento e controle de obras: uma abordagem prática**. São Paulo: PINI, 2006.

MENEZES, L. S.; TORRES, M. G.; ALMEIDA, D. R. **Avaliação do sistema construtivo com painel monolítico de EPS**. *Revista Engenharia em Foco*, v. 11, n. 1, p. 30–42, 2019.

PINHEIRO, G. **Produtividade e sustentabilidade: as alavancas para a construção civil**. Florianópolis: CREA-SC, 2024.

RIBEIRO, J. P. O.; FONSECA, B. B. **Construção civil: uma abordagem histórica e atual**. *Revista Engenharia & Tecnologia Aplicada*, v. 5, n. 1, 2020.

SANTOS, R. M. **Desempenho térmico do poliestireno expandido em edificações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SINAPI. **SINAPI Cadernos Técnicos**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-cadernos-tecnicos/SINAPI-CT-ALVENARIA-ESTRUTURAL-BLOCOS-DE-CONCRETO.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2025.

SOUZA, C.; FERREIRA, L. M.; MATTOS, H. T. **Desempenho térmico em sistemas construtivos com EPS**. *Revista Tecnologia e Construção Sustentável*, v. 4, n. 1, p. 12–23, 2020.

TACHIBANA, V. M. **Tecnologia do EPS na construção civil**. São Paulo: PINI, 2002.

TOMASI, C.; MENEGOTTO, E. **A importância da logística no canteiro de obras**. *Revista Científica do ITPAC*, Araguaína, v. 7, n. 3, p. 120–129, 2014.

**Entrega do Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Graduação em Engenharia Civil
Ano 2025**

Declaramos que as correções solicitadas pelos avaliadores foram executadas.

TÍTULO DO TRABALHO: Análise comparativa entre o método de construção com elementos pré-moldados em EPS e construção convencional para uma residência unifamiliar: um estudo de caso.

ALUNOS: Bruno de Andrade Uliani e Ricardo de Freitas Miranda Filho

ORIENTADOR (A): Prof. Me. Guido Santos.

São José dos Campos, 11 de dezembro de 2025



Bruno de Andrade Uliani



Ricardo de Freitas Miranda Filho

De Acordo:



Prof. Me. Guido Santos

Conferência da Coordenação de Curso:

Autorizo que o Relatório Final do Trabalho de Graduação do(s) aluno(s) acima descrito(s) seja protocolado como entregue em sua versão final na Secretaria Geral da UNIVAP (TUDO AQUI).

Prof. Dra. Nara Oliveira Yokohama