

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANA KAROLINE DA SILVA VIEIRA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED
CONCRETE FORMS (ICF)**

CAMPO MOURÃO

2022

ANA KAROLINE DA SILVA VIEIRA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED
CONCRETE FORMS (ICF)**

Insulated Concrete Forms - Case Studies

Trabalho de conclusão de curso de Graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Fabiana Goia Rosa de Oliveira.

CAMPO MOURÃO

2022



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANA KAROLINE DA SILVA VIEIRA

**ESTUDO DE CASO SOBRE O SISTEMA CONSTRUTIVO INSULATED
CONCRETE FORMS (ICF)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 02/junho/2022

Prof.^a Dr.^a Fabiana Goia Rosa de Oliveira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.^o Dr.^o Jorge Luís Nunes de Góes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Me. Adalberto Luiz Rodrigues de Oliveira
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CAMPO MOURÃO
2022**

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus pelas oportunidades em minha vida e pela força para enfrentar os desafios ao longo do caminho.

A minha família, minha mãe Rosana, meu pai Eduardo, minha tia Maria Joana e as minhas avós Nair e Madalena, pois sem o apoio e incentivo deles não conseguiria alcançar meus objetivos, não há palavras que me permitam agradecer ao amor e dedicação de cada um.

A minha prezada orientadora Prof.^a. Dr.^a Fabiana Goia Rosa de Oliveira, pelo conhecimento transmitido ao longo da graduação, pela oportunidade deste trabalho em conjunto, por todo carinho, paciência e auxílio.

Aos meus amigos Felipe, Julia, Beatriz, Giorgie e Iolanda que tornaram essa jornada mais leve e que mesmo estando tão longe de casa me ofereceram um novo lar e uma nova família.

Ao meu querido Caio, pelo suporte, carinho e incentivo, o seu auxílio foi essencial para a conclusão deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, colaboraram com a realização deste projeto.

RESUMO

Nos últimos anos a demanda por práticas sustentáveis tem ganhado força, inclusive no setor da construção civil, que é um dos principais responsáveis por alterar a paisagem natural, além de gerar grande volume de resíduos e do alto consumo de matéria prima. Apesar do impacto negativo no meio ambiente, o setor é importante agente na economia e no desenvolvimento da sociedade. Na busca por alternativas construtivas sustentáveis, surge o sistema Insulated Concrete Forms (ICF) a base de fôrmas de poliestireno expandido (EPS), material já utilizado na construção civil. O presente trabalho desenvolve-se sob a forma de um estudo de caso e tem como objetivo explorar, analisar e descrever o sistema construtivo ICF, apresentando através de levantamento bibliográfico as vantagens da industrialização do setor da construção civil, o uso do EPS nas construções e as características das fôrmas de concreto isolada (ICF). Por meio de acompanhamento de obras pode-se detalhar e registrar as etapas construtivas do sistema, que pouco se difere das construções convencionais, facilitando sua aplicação em obras.

Palavras-chave: ICF; EPS; construção; sustentável.

ABSTRACT

In recent years, the demand for sustainable practices has gained strength, including in the civil construction sector, which is one of the main responsible for altering the natural landscape, in addition to generating a large volume of waste and high consumption of raw materials. Despite the negative impact in the environment, the sector is an important agent in the economy and in the development of society. In the search for sustainable construction alternatives, the Insulated Concrete Forms (ICF) system appears, based on expanded polystyrene (EPS) forms, a material already used in civil construction. The present work is developed in the form of a case study and aims to explore, analyze and describe the ICF constructive system, presenting through a bibliographic survey the advantages of the industrialization of the civil construction sector, the use of EPS in constructions and the characteristics of insulated concrete forms (ICF). Through monitoring of the constructions, it is possible to detail and record the constructive stages of the system, which slightly differs from conventional constructions, facilitating its application in construction work.

Keywords: ICF; EPS; construction; sustainable.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização.....	13
Figura 2a - Obra B; Figura 2b - Obra C.....	14
Figura 3a - Obra C elevação frontal; Figura 3b - Obra C elevação fundos.....	14
Figura 4 - Tripé da Sustentabilidade.....	18
Figura 5 - EPS.....	19
Figura 6 - Bloco ICF.	21
Figura 7a - ICF encaixe; Figura 7b - Alvenaria.....	22
Figura 8a - Blocos; Figura 8b - Caixaria baldrame.....	24
Figura 9a - Baldrame concretado; Figura 9b - Viga baldrame finalizada.....	24
Figura 10a - Tubulação de esgoto; Figura 10b - Contrapiso.....	25
Figura 11a - Comprimento do bloco; Figura 11b - Largura do bloco.	26
Figura 12a - Espessura 18cm; Figura 12b - Espessura 12cm.	26
Figura 13 - Encaixe ICF.....	27
Figura 14 - Bloco locado.....	28
Figura 15a - Armadura; Figura 15b - Armadura.....	28
Figura 16 - Proteção das fôrmas.....	29
Figura 17 - Preenchimento das fôrmas.	30
Figura 18a - Abertura porta; Figura 18b - Abertura janela.....	31
Figura 19a - Piscina pavimento superior; Figura 19b - Pilar.	31
Figura 20a - Caixaria viga; Figura 20b - Caixaria viga.....	32
Figura 21a - Caixaria pilar e viga; Figura 21b – Viga e laje.....	32
Figura 22a – Escoras; Figura 22b - Laje de piso Obra E.....	33
Figura 23 - Cobogó Obra A.....	33
Figura 24a - Instalações hidráulicas Obra C; Figura 24b - Instalações hidráulicas Obra C.	34
Figura 25a - Instalações hidráulicas; Figura 25b - Instalações hidráulicas.	34
Figura 26 - Eletroduto corrugado Obra C.....	35
Figura 27a - Instalações Elétricas Obra A; Figura 27b - Instalações Elétricas Obra A.	36
Figura 28 - Planta de cobertura Obra D.....	37
Figura 29a – Argamassa; Figura 29b - Revestimento.	38
Figura 30 - Acabamento Obra C.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CFC	Clorofluorocarboneto
CIB	Conselho Internacional da Construção
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPS	Poliestireno Expandido
Fiep	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
HCFC	Hidrofluorocarbonetos
ICF	Insulated Concrete Forms
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PIB	Produto Interno Bruto
RCC	Resíduos da Construção Civil
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	JUSTIFICATIVA.....	12
4	METODOLOGIA	13
5	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
5.1	Construção convencional x industrializada.....	15
5.2	Construção sustentável.....	16
5.3	Sobre a Utilização do EPS na Construção Civil.....	18
5.4	Insulated Concrete Forms (ICF)	20
6	DETALHAMENTO DO SISTEMA CONSTRUTIVO	23
6.1	Infraestrutura	23
6.2	O bloco	25
6.3	Superestrutura.....	27
6.4	Instalações elétricas e hidráulicas.....	33
6.5	Cobertura	36
6.6	Acabamento.....	37
7	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O setor de construção civil vem passando, especificamente nos últimos anos, por mudanças significativas em seus modelos construtivos (TOMASI, 2005). Parte importante dessas modificações são impulsionadas por questões, causas e debates acerca de obras e construções mais sustentáveis que desafiam os métodos construtivos convencionais, que impactam negativamente o meio ambiente tanto pelo alto consumo de materiais, como pelo grande volume de resíduos gerados.

Segundo Vahan Agopyan, professor na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), a construção civil é responsável pelo consumo de 40% a 75% da matéria-prima produzida no planeta. Além do alto consumo de cimento que chega a ultrapassar o de alimentos e o de concreto só perde para o de água. Para cada ser humano, são produzidos 500 quilos de entulho, o que equivale a 3,5 milhões de toneladas por ano. Esses dados fazem da construção civil a indústria mais poluente do planeta (GLOBO, 2013).

Dados do Ministério do Meio Ambiente em parceria com o Conselho Internacional da Construção (CIB) apontam que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto de atividades humanas sejam provenientes da construção civil. Assim como é um dos principais responsáveis por consumo de recursos naturais e alteração da paisagem natural. Além disto, o uso de energia de forma massiva e intensa afeta de forma considerável a preservação de recursos ambientais do país.

Não bastando a questão ambiental e sustentável, existe ainda uma pressão social e empresarial para que a construção civil se torne um setor menos poluente e deteriorante. Dados retirados de um estudo comandado pela agência Union + Webster e divulgado pela Federação das Indústrias do Estado do Paraná (Fiep) em 2019 apontam que “87% da população brasileira prefere comprar produtos e serviços de empresas sustentáveis e 70% dos entrevistados disse que não se importa em pagar um pouco mais por isso.”

Afim de se adequar a essas novas necessidades o setor tem se direcionado às construções industrializadas, o uso de materiais pré-fabricados ganhou espaço nos últimos anos por proporcionarem uma construção limpa, eficiente, sustentável, rápida e de baixo custo.

Neste âmbito surge o sistema construtivo Insulated Concrete Forms (ICF), apresentando diversas possibilidades para o setor da construção, sendo um método

sustentável, autoportante e eficiente. O material apresenta características vantajosas para seu uso na construção civil, como leveza, isolamento termoacústico, resistência contra o tempo, resistência à compressão e a absorção de água. Além de reduzir o volume de resíduos sólidos gerados no canteiro de obras, este método oferece uma melhor destinação ao EPS, material que pode ser reciclado diversas vezes e que leva muitos anos para se degradar.

2 OBJETIVOS

A seguir são apresentados os objetivos do trabalho.

2.1 Objetivo Geral

Esta pesquisa tem como objetivo descrever as etapas do método construtivo ICF, analisar a viabilidade técnica e o desenvolvimento da construção por meio do acompanhamento de obras.

2.2 Objetivos Específicos

- Explorar os aspectos gerais do sistema ICF;
- Apresentar o uso do EPS na construção civil;
- Analisar e descrever as técnicas construtivas e suas particularidades por meio de visitas técnicas;
- Analisar as vantagens desse modelo de construção.

3 JUSTIFICATIVA

Embora a construção civil seja uma das atividades que mais causam impacto negativo no meio ambiente, os serviços, materiais e produtos oferecidos por ela são necessários para o desenvolvimento da sociedade. Seja para atender a demanda do crescimento urbano, reduzir o déficit habitacional ou auxiliar no crescimento econômico de cidades e regiões.

Junto com a importância da construção civil para a sociedade cresce, de forma conjunta, as discussões e estudos sobre o uso de matérias primas, modelos e materiais mais sustentáveis.

Pesquisas e estudos buscam, portanto, apresentar e estudar alternativas construtivas sustentáveis a fim de unir dois principais propósitos: a diminuição do impacto no meio ambiente produzido pela construção civil e o aprimoramento do uso de formatos, produtos e ferramentas sustentáveis a serem utilizadas no setor.

A partir disto, o presente trabalho, tem como intuito apresentar e expandir critérios e parâmetros que possam ajudar no entendimento e aplicação do ICF como uma alternativa sustentável e viável para edificações.

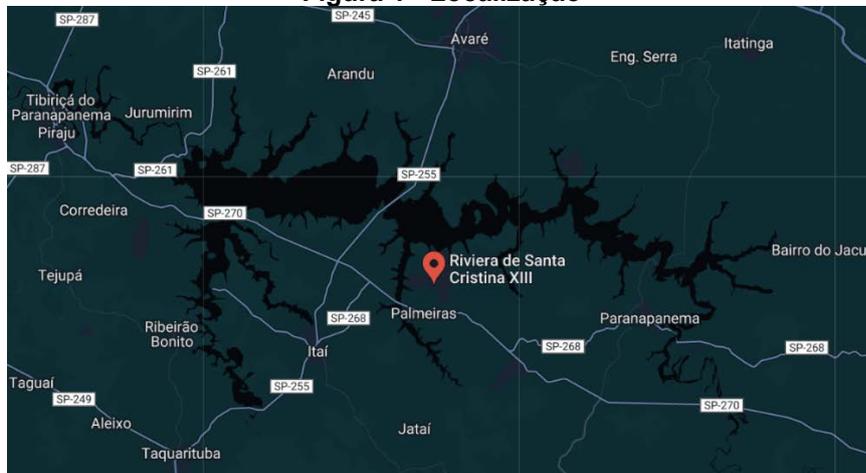
4 METODOLOGIA

Este trabalho desenvolve-se sob a forma de um estudo de caso, onde a fonte dos dados é de origem primária obtidos por meio de relatos dos colaboradores da empresa em que foi realizada visitas técnicas.

Para melhor compreensão do método construtivo apresentado, foi realizado um levantamento bibliográfico a respeito da industrialização do setor da construção civil e da necessidade de métodos construtivos mais sustentáveis, dando enfoque no modelo ICF de construção, assim como o material do qual é composto, o EPS. Citando a importância da reciclagem do EPS e suas vantagens como material de construção. Assim como as vantagens do modelo ICF, que, além de sustentável, proporciona conforto termoacústico para seus usuários.

Seguido de visitas técnicas em construções ICF, onde foram coletados dados e registros do sistema construtivo. As obras visitadas localizam-se em um condomínio na região de Paranapanema-SP, apontado na figura 1, e pertencem a uma construtora especializada em projetos arquitetônicos e estruturais com o sistema iForms ICF.

Figura 1 - Localização



Fonte: Google Maps (2022).

As visitas foram desenvolvidas durante os meses de março, abril e maio, acompanhadas por um técnico da construtora que detalhou as etapas construtivas e esclareceu todas questões levantadas.

Ao todo foram realizadas visitas em cinco obras, sendo duas casas térreas e três sobrados. Para melhor compreensão das fotos e etapas apresentadas ao longo do trabalho, cada obra foi nomeada da seguinte forma:

- Obra A: casa térrea, projeto com 167,46 m² de área construída.

- Obra B: casa térrea, projeto com 159,62 m² de área construída (figura 2a).
- Obra C: sobrado, projeto com 221,32 m² de área construída (figura 2b).
- Obra D: sobrado, projeto com 234,71 m² de área construída.
- Obra E: sobrado, projeto com 185,15 m² de área construída.

Figura 2a - Obra B.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 2b - Obra C.



Fonte: Autoria própria (2022).

Tratam-se de obras de médio e alto padrão, em lotes de aproximadamente 400 m² (figura 3a e figura 3b). Nessas visitas pôde-se acompanhar parte da infraestrutura e superestrutura das obras C, D e E possibilitando descrever com maiores detalhes essas etapas. As obras A e B estavam temporariamente suspensas, a obra A já havia dado início no revestimento das paredes, já a obra B foi suspensa em fase de construção da alvenaria. Não sendo possível realizar acompanhamento da cobertura e acabamento, essas etapas foram então descritas com base em seus projetos arquitetônicos.

Figura 3a - Obra C elevação frontal.



Figura 3b – Obra C elevação fundos.



Fonte: Projeto fornecido pela empresa (2022). **Fonte: Projeto fornecido pela empresa (2022).**

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados assuntos, informações e definições relevantes ao tema estudado.

5.1 Construção convencional x industrializada

O crescimento populacional carrega a necessidade do crescimento habitacional, industrial e econômico, tornando o segmento da construção civil um agente atuante nesses três campos, sendo ele responsável por construções de pequeno, grande e médio porte, o que leva a sua forte atuação na economia. Perante isso, se torna evidente a importância e necessidade do setor da construção civil para o desenvolvimento socioeconômico de um país.

Dados do IBGE apontam que a participação do setor da construção civil no PIB nacional chegou a superar os 6% entre 2011 e 2014. Além disso, segundo o Sindicato da Indústria de Construção do Estado do Pará o setor chega a representar 34% do total da indústria brasileira. O setor também se destaca por sua alta oferta de empregos. Segundo o Estadão, em 2019 a construção civil representava 6,7 milhões de postos de trabalho.

Entretanto, o setor também apresenta diversos fatores negativos, grande parte em função do método construtivo empregado no país, que se mantém o mesmo desde o século passado. As tradicionais construções em alvenaria convencional e concreto armado ainda dominam o setor brasileiro, apesar de se mostrarem pouco eficientes em vista da crescente demanda dos últimos anos (HASS E MARTINS, 2011). Ainda de acordo com os autores “no Brasil, a construção civil ainda é predominantemente artesanal caracterizada pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício de materiais” (HASS E MARTINS, 2011, p. 9).

Esse modelo construtivo tradicional acaba sendo a opção escolhida por várias construtoras e empresários, devido aos longos anos de experiência com o modelo e a disponibilidade da mão de obra barata, mas também devido à falta de conhecimento de outras metodologias e de seus benefícios técnicos e financeiros (VASCONCELOS, 2018).

Podemos citar, como exemplo dessa ineficiência, “a quebra dos blocos cerâmicos ou de concreto, depois de erguida as paredes, para passagem de tubulações elétricas e hidráulicas” (ROTH E GARCIAS, 2009, p. 125). Essa má gestão

de materiais, reflete no custo da obra, gerando gastos desnecessários e principalmente no meio ambiente, que é o principal afetado pelo setor da construção civil.

Diante disso, a industrialização de processos na construção se torna essencial. Podendo ser descrita como:

Processo evolutivo que, através de ações organizacionais e da implementação de inovações tecnológicas, métodos de trabalho, técnicas de planejamento e controle, objetiva incrementar a produtividade e o nível de produção e aprimorar o desempenho da atividade construtiva. (SABBATINI, 1989, p. 63).

A industrialização do processo construtivo proporciona maior produtividade, controle de consumo de insumos e materiais, melhores condições de trabalho, controle de qualidade do serviço, mão de obra especializada, redução de desperdício, utilização de materiais industrializados e redução de resíduos gerados (BICHINSKI, 2017).

5.2 Construção sustentável

A deterioração do meio ambiente, causada por atividades humanas, é hoje uma das principais pautas discutidas em todo o mundo. Visto que, as consequências desses impactos negativos como aquecimento global, são apresentadas quase que diariamente nos meios de comunicação. Alertando, cada vez mais, as pessoas a importância da conscientização ambiental e da necessidade de se construir uma sociedade mais sustentável (RODAS, C.A.; DI GIULIO, G. M., 2017).

Como já citado anteriormente, um estudo realizado pela agência de pesquisa norte-americana, Union + Webster, aponta que 87% da população brasileira prefere comprar produtos e serviços de empresas sustentáveis e 70% dos entrevistados disse que não se importa em pagar um pouco mais por isso.

Posto isso, é notável a necessidade de uma transformação socioambiental global. Principalmente no setor da construção civil, em que os impactos negativos causados vão desde o consumo de recursos naturais e alteração da paisagem natural até a geração de resíduos.

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, “Resíduos da Construção Civil (RCC) são os provenientes de construções, reformas,

reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos”.

Segundo dados do ministério do meio ambiente, estima-se que 60% dos resíduos sólidos gerados nas cidades sejam provenientes da construção civil. Em todo o seu processo, desde a extração da matéria-prima à demolição da edificação, a construção civil gera impactos ambientais.

Na busca de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção, surge o paradigma da construção sustentável. De acordo com o Relatório de Brundtland, o documento apresentado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente, o desenvolvimento sustentável, é “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (BRUNDTLAND, apud. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2020).

Com isso, já na década de 1990, John Elkington criou o conceito do Triple Bottom Line ou Tripé da Sustentabilidade. Segundo Motta e Aguilár (2009), sobre o conceito do Tripé da Sustentabilidade:

As estratégias de busca do desenvolvimento sustentável devem atuar em três dimensões da sustentabilidade: ambiental, sócio-cultural e econômica. O objetivo deve ser o equilíbrio entre as dimensões ambiental, sócio-cultural e econômica, sendo definidas como metas as ações “ambientalmente responsáveis, socialmente justas, economicamente viáveis” -Triple Bottom Line, figura 4 (MOTTA E AGUILAR, 2009, p. 88).

Figura 4 – Tripé da Sustentabilidade.



Fonte: Adaptado de GILLIS, A. S. (2021).

O equilíbrio entre esses três pilares determina o êxito do desenvolvimento sustentável e para realizar esse alcance são necessárias mudanças culturais, de valores e de comportamentos sobre a sustentabilidade (NASCIMENTO, 2012).

No Brasil, considera-se como marco inicial dessas discussões, o Simpósio do CIB sobre Construção e Meio Ambiente, que foi realizado em 2000, organizado pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da USP. Neste encontro foi abordado pela primeira vez o assunto da sustentabilidade na Construção Civil e alertou sobre a necessidade de mudanças no setor (TAVARES E BEZI, 2012).

Diante disso, nota-se a crescente busca por métodos de construção sustentáveis, por processos mais eficientes, racionalizados e com maior nível de industrialização. Visando atender esses novos padrões, surgem diversas técnicas e materiais construtivos. Neste trabalho será apresentado um deles, o ICF, que é um sistema construtivo constituído por blocos de EPS.

5.3 Sobre a Utilização do EPS na Construção Civil

EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido. O material é popularmente conhecido no Brasil como Isopor®, marca registrada pela empresa Knauf Isopor, e foi descoberto na Alemanha em 1949 pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz (KNAUF, s/d).

O EPS é um material plástico na forma de espuma com micro-células fechadas, resultado da polimerização do estireno em água. O produto final são pérolas de até 3 milímetros de diâmetro que passam por um processo de expansão, como ilustrado na figura 5. Composto basicamente de 2% de poliestireno e 98% de vazios contendo ar. No processo de transformação essas pérolas após serem aquecidas aumentam em até 50 vezes o seu tamanho original, fundindo-se e moldando-se em formas diversas (ALBIQUIM, s/d).

Figura 5 – EPS.



Fonte: Albiquim (2021).

A produção de EPS não utiliza o gás CFC nem o HCFC no processo de fabricação, esses gases quando liberados na atmosfera contribuem para o efeito estufa e para o aquecimento global, assim não causa danos a camada de ozônio. Como resultado os produtos finais de EPS são inertes, não contaminam o solo, água e ar. São 100% reaproveitáveis e recicláveis e podem, inclusive, voltar à condição de matéria-prima. Além do mais, podem ser reciclados infinitas vezes sem perder as suas propriedades mecânicas, ou seja, não se degradando (ALBIQUIM).

O material também se destaca por suas diferentes características, particularidades e funcionalidades, entre elas: capacidade de isolamento térmico e acústico, baixo peso, resistência mecânica elevada, versatilidade, absorção de choques, facilidade de manuseio, resistência contra o tempo, resistência à compressão e a absorção de água (SILVA, 2018).

Apesar de tantas vantagens, essas características também podem tornar do EPS um problema ambiental se não reciclado, pois não é um material biodegradável

e ocupa muito espaço devido o seu alto volume, causando problemas nos lixões ou aterros sanitários. Por apresentar grande volume, acaba saturando rapidamente os espaços destinados ao lixo, além de ser um material de difícil compactação o que prejudica a decomposição de materiais biodegradáveis (AMBROSI, 2009).

Paralelamente, nos últimos anos a demanda por esse material na indústria da construção civil aumentou significativamente. A versatilidade e praticidade do material possibilitam projetos cada vez mais inovadores, econômicos e sustentáveis. Proporciona uma economia no corte, mão de obra, equipamentos e tempo de execução. Podendo ser aplicado em enchimento de lajes, telhas, sistemas construtivos, concreto leve, forros, estabilização de solos, entre outras (TESSARI, 2006).

5.4 Insulated Concrete Forms (ICF)

O ICF, do inglês Insulated Concrete Forms, é um sistema construtivo com Fôrmas Termoacústicas para Concreto Armado. As fôrmas são compostas por duas placas de EPS (poliestireno expandido) de alta densidade, unidos por ligações de plástico ou aço, que posteriormente são preenchidas com concreto formando um “sanduíche”. Afim de se obter uma estrutura sustentável, autoportante, inovadora e de baixo custo (ICF MAGAZINE, 2011).

O sistema foi um desdobramento dos produtos originais, que hoje consideramos ICFs “alternativos”. Este sistema foi desenvolvido na Europa durante a Segunda Guerra Mundial, quando os blocos eram feitos de fibras de madeira tratadas unidas por cimento. Durante os anos pós-guerra, quando as espumas de plástico foram desenvolvidas, tanto um canadense quanto um europeu desenvolveram blocos semelhantes (ICF MAGAZINE, 2021).

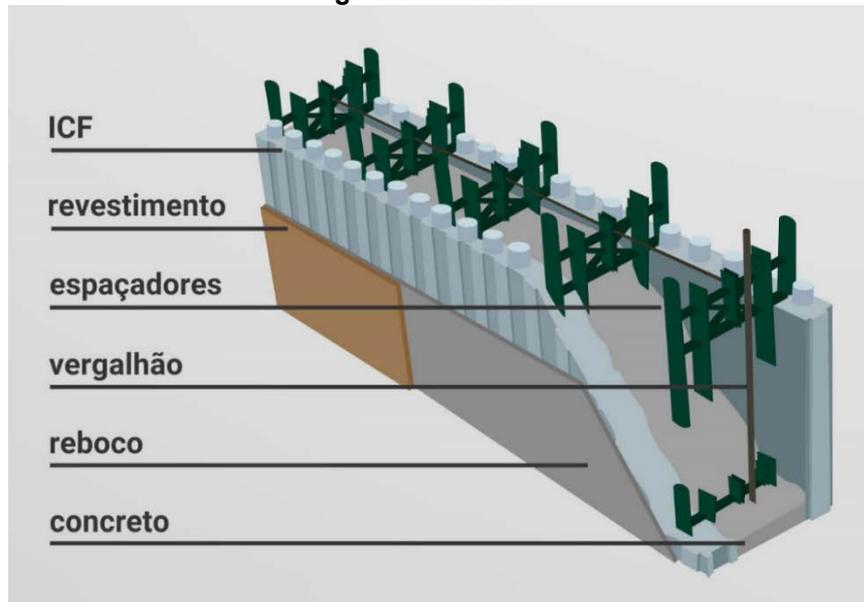
De acordo com Bastos Jr. (2018, p. 26), “desde a década de 1970 houve uma crescente adoção do sistema construtivo ICF, embora inicialmente tenha sido prejudicada pela falta de conscientização e laços culturais, além das normas construtivas não serem compatíveis na época, e pela falta de padronização”. Desde então, o sistema ganhou força e se disseminou nos Estados Unidos da América (EUA), Canadá, Reino Unido e América do Sul.

No Brasil o sistema ICF manifestou-se em 1999, segundo Tainara e Barreto (2018, p. 13) “um brasileiro que residia nos Estados Unidos desenvolveu um desenho

industrial, disseminando o método pelo país”, e apesar da sua lenta propagação, hoje o sistema é aplicado em obras de pequeno, médio e grande porte.

O bloco ICF é constituído de dois painéis de EPS em conjunto e suportes estruturais de aço ou polipropileno de alta densidade, figura 6. Este bloco é preenchido com concreto auto adensável ou concreto usinado. A operação resulta num conjunto estrutural monolítico, sólido e garantido em concreto armado, substituindo a estrutura e a vedação com a isolamento térmica e acústica proporcionada pelo poliestireno expandido (FASE, s/d).

Figura 6 - Bloco ICF.



Fonte: Fase (2021).

Esse sistema funciona como um "lego gigante" com encaixe tipo macho-fêmea, figura 7a e 7b. Depois de encaixados, os blocos de EPS são preenchidos com concreto armado, dispensando o uso de vigas e colunas, bem como alvenaria de vedação. O sistema admite total liberdade para o acabamento e a cobertura, como uma construção de alvenaria comum (REVISTA TÉCNICA, 2016).

Figura 7a - ICF encaixe.



Fonte: Isocrete (s/d).

Figura 7b - Alvenaria.



Fonte: Isocrete (s/d).

As fôrmas EPS são responsáveis por moldar o concreto fresco, e resistir às pressões do lançamento do material, mantendo rigorosamente a sua geometria, até que ele adquira resistência suficiente para autossustentação. Após esse processo, as fôrmas agregam propriedades termoacústicas à parede (REVISTA TÉCHNE, 2016).

Quanto aos elementos metálicos, esses são compostos por arames e tiras de aço galvanizados que desempenham multifunções, como o papel de separadores, sendo assim, determinam a espessura das paredes de acordo com o projeto. Essas peças têm como função garantir sustentação e estabilidade ao conjunto, mantendo sua integridade durante o lançamento, adensamento e cura do concreto. E também são utilizadas como estribos para fixação da armadura complementar (REVISTA TÉCHNE, 2016).

“O sistema ICF é composto por paredes estruturais, escadas, lajes estruturais e cobertura. Tendo como objetivo a diretriz das paredes internas e externas, as quais constituem a vedação vertical, tendo função estrutural e autoportante” (BASTOS JR., 2018, p. 26).

6 DETALHAMENTO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Neste capítulo serão apresentados os registros obtidos nas visitas e descritas as etapas construtivas acompanhadas.

6.1 Infraestrutura

O sistema ICF aceita todos os tipos de fundação, sendo necessário um ensaio topográfico e análise estrutural a fim de definir a melhor opção para o empreendimento. Seguindo esse procedimento a fundação determinada para todas as obras acompanhadas foi do tipo bloco sobre estaca.

Antes de iniciar a obra foi realizada a limpeza e terraplanagem do terreno, também foram instalados o tapume metálico, abrigo padrão para medidores de água e luz, barracão de obras e banheiro.

Após a montagem do canteiro de obras iniciou-se a locação da obra, para isso a área construída foi delimitada com tábuas e pontaletes de madeira nivelados e esquadrados, seguindo o projeto estrutural se fez a marcação dos eixos das paredes e da fundação.

Seguido das perfurações no solo para as estacas, com as armaduras posicionadas as perfurações foram preenchidas com concreto usinado, deixando arranques para os blocos da fundação. Para a montagem dos blocos são feitos recortes no terreno onde se posiciona a armadura e preenche com concreto usinado, também deixando arranques para as vigas baldrame locadas acima dos blocos (figura 8a e 8b). A viga baldrame por sua vez foi locada na superfície do terreno, portanto montou-se as caixarias com tábuas e pontaletes de madeira, após posicionadas as armaduras a viga é concretada (figura 9a e 9b).

Figura 8a - Blocos.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 8b - Caixaria baldrame.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 9a - Baldrame concretado.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 9b - Viga baldrame finalizada.

Fonte: Autoria própria (2022).

Logo após a cura do concreto as fôrmas da viga baldrame são desmontadas, a viga então recebe duas camadas de impermeabilizante e iniciam-se as instalações das tubulações de esgoto, eletrodutos corrugado subterrâneo e quaisquer outra instalação que se faça necessária no projeto (figura 10a). Nessa etapa também foi acrescentado nas vigas baldrames os arranques de aço para os blocos ICF, locados de acordo com o projeto estrutural e fixados com adesivo estrutural, de acordo com a figura 10b. A etapa é finalizada com a concretagem do contrapiso (figura 10b).

Figura 10a - Tubulação de esgoto.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 10b - Contrapiso.

Fonte: Autoria própria (2022).

6.2 O bloco

O EPS utilizado nos blocos das construções analisadas pertencem a Classe F, isso indica que o material é puro e, além disto, retarda a chama. O EPS também apresenta baixa absorção de água, o que permite uma melhor cura do concreto.

De acordo com sua função na estrutura, definida previamente pelo projeto estrutural, o sistema ICF oferece duas categorias de bloco: o estrutural e o de vedação, ambos recebem a armadura de aço e o preenchimento com concreto.

Sobre suas dimensões tanto o bloco estrutural quanto o de vedação possuem 125 centímetros de comprimento e 40 centímetros de altura (figura 11a e 11b), se distinguindo apenas na espessura. O bloco estrutural apresenta 18 centímetros de espessura (figura 12a), sendo 4 centímetros para cada uma das duas placas de EPS das extremidades e 10 centímetros de vão. Já o bloco de vedação possui duas placas de EPS com 3 centímetros de espessura e um vão de 6 centímetros, totalizando 12 centímetros de espessura (figura 12b).

Figura 11a - Comprimento do bloco.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 11b - Largura do bloco.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 12a - Espessura 18cm.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 12b - Espessura 12cm.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para melhor fixação os blocos possuem um encaixe lateral tipo macho-fêmea e um encaixe superior/inferior tipo “lego” (figura 13). Essa montagem permite o travamento entre os blocos dispensando o uso de argamassa para sua união, além de reduzir o erro de nivelamento da fiada e agilizar a montagem da alvenaria.

Figura 13 - Encaixe ICF.

Fonte: Autoria própria (2022).

6.3 Superestrutura

Para fixar a primeira fiada de blocos ao contrapiso utiliza-se uma massa preparada com adesivo acrílico, o uso dessa massa na base da fiada também permite corrigir o nível e prumo dos blocos assentados. A montagem dos blocos se inicia pelas extremidades, dando preferência a extremidades opostas a aberturas. No registro da Obra E (figura 14) o primeiro bloco da fiada do segundo pavimento é fixado em uma das extremidades, ao mesmo tempo se confere o seu nivelamento.

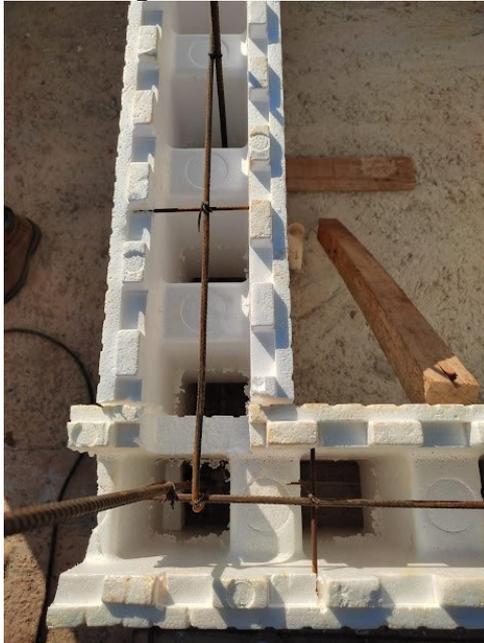
Figura 14 - Bloco locado.



Fonte: Aatoria própria (2022).

As armaduras transversais são encaixadas nos vãos entre todas as fiadas de bloco, essas barras de aço são amarradas junto as armaduras longitudinais e envolvidas por espaçadores, afim de mantê-las ao centro do bloco (figura 15a e 15b).

Figura 15a - Armadura.



Fonte: Aatoria própria (2022).

Figura 15b - Armadura.



Fonte: Aatoria própria (2022).

Ao final da montagem da fiada e das armaduras transversais realiza-se o preenchimento com concreto. Primeiramente é necessário proteger os “dentes” de encaixe superior de resíduos no momento da concretagem, garantindo a perfeita

montagem da próxima fiada. Para evitar o contato do concreto com a superfície de encaixe usa-se um tubo de PVC 50 mm cortado ao meio no sentido longitudinal, assim cada metade do cano encobre o encaixe de uma face do bloco (figura 16).

Figura 16 - Proteção das fôrmas.



Fonte: Autoria própria (2022).

O preenchimento das fôrmas foi feito manualmente com concreto preparado in loco e para auxiliar a despejar o concreto nas aberturas presentes no interior das fôrmas utiliza-se um “balde” feito no canteiro de obras com cano de PVC 100 mm. Foi cortado aproximadamente 50 centímetros do cano no sentido transversal, uma das extremidades é vedada enquanto na outra é feito um corte angular, como registrado da Obra C (figura 17). Após o preenchimento da fôrma o concreto é adensado e se inicia o encaixe dos próximos blocos.

Figura 17 - Preenchimento das fôrmas.



Fonte: Aatoria própria (2022).

Segundo a construtora, esse procedimento acelera em 40% o prazo total da obra, comparando com a alvenaria convencional. E para sua execução necessita de ao menos quatro colaboradores, entre funções de montagem dos blocos, locação das armaduras, preparo do concreto e preenchimento do bloco.

Para as aberturas de portas e janelas os blocos são facilmente cortados com auxílio de serrotes, os resíduos de EPS gerados no corte são utilizados para tampar as aberturas entre blocos nas laterais da alvenaria e para sustentação da abertura são utilizados sarrafos (figura 18a e 18b).

Figura 18a - Abertura porta.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 18b - Abertura janela.

Fonte: Autoria própria (2022).

O sistema construtivo ICF possibilita a dispensa do uso de vigas e pilares, pois se trata de uma alvenaria estrutural. No entanto o sistema não exclui o uso desses, sendo necessário uma análise estrutural de suas solicitações e pontos críticos, deste modo o projetista pode definir a melhor alternativa a ser seguida.

Todas obras acompanhadas fizeram uso de pilares e vigas de acordo com suas particularidades arquitetônicas. A Obra C, por exemplo, conta com uma piscina em seu piso superior (figura 19a), tornando necessário o uso de pilares com dimensões de até 0,60 x 0,18 cm (figura 19b).

Figura 19a - Piscina pavimento superior.

Fonte: Projeto fornecido pela empresa (2022).

Figura 19b - Pilar.

Fonte: Autoria própria (2022).

As caixarias para pilares e vigas da Obra E (figura 20a e 20b) foram montadas com tábuas, sarrafos e pontaletes de madeira. Nesse caso, nota-se também o pilar e viga sustentando a laje de piso da sacada superior (figura 21a e 21b).

Figura 20a - Caixaria viga.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 20b - Caixaria viga.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 21a - Caixaria pilar e viga.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 21b - Viga e laje.



Fonte: Autoria própria (2022).

Nas obras tipo sobrado executou-se o piso do segundo pavimento com laje treliçada h12 e lajota de EPS. Finalizada a montagem das escoras, passagens elétricas, hidráulicas e arranques de aço, a laje por fim recebe o concreto (figura 22).

Figura 22a - Escoras.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 22b - Laje de piso Obra E.



Fonte: Autoria própria (2022).

Ao final o sistema também permite, por questões estéticas, a retirada do EPS da alvenaria, formando um cobogó. Na Obra A utilizou-se esse recurso na fachada da residência, após a cura do concreto foi feito o descascamento do EPS (figura 23).

Figura 23 - Cobogó Obra A.



Fonte: Autoria própria (2022).

6.4 Instalações elétricas e hidráulicas

As tubulações hidráulicas são locadas dentro da fôrma EPS nas aberturas presentes em seu interior, a instalação é executada juntamente com a montagem da

alvenaria (figura 24a, 24b, 25a e 25b). As fôrmas de 18 cm permitem a passagem de tubulações de até 10 mm, já as formas de 12 cm aceitam tubulações de até 75 mm.

Figura 24a - Instalações hidráulicas Obra C. Figura 24b - Instalações hidráulicas Obra C.



Fonte: Autoria própria (2022).



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 25a - Instalações hidráulicas.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 25b - Instalações hidráulicas.



Fonte: Autoria própria (2022).

As instalações elétricas por sua vez são feitas internamente e superficialmente. Como exemplo da instalação interna temos o registro na obra C em que eletroduto para o quadro de distribuição vem do poste de energia pelo solo e é instalado no interior da forma (figura 26).

Figura 26 - Eletroduto corrugado Obra C.



Fonte: Autoria própria (2022).

As demais instalações elétricas são feitas superficialmente, após a alvenaria finalizada demarca-se com caneta na superfície do EPS o caminho das passagens de eletroduto, seguindo o projeto elétrico, em seguida a placa do ICF é recortada com um estilete e são locados os eletrodutos corrugado e as caixas de tomada (figura 27a e 27b).

Figura 27a - Instalações Elétricas Obra A.

Fonte: Autoria própria (2022).

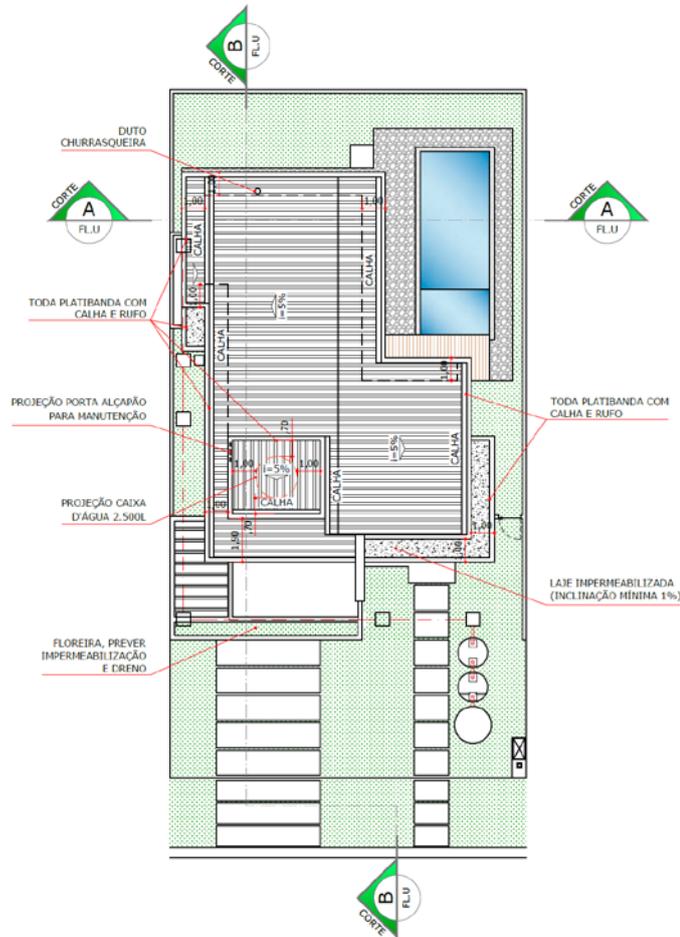
Figura 27b - Instalações Elétricas Obra A.

Fonte: Autoria própria (2022).

6.5 Cobertura

Nas obras acompanhadas essa etapa também utiliza a laje treliçada, para cobertura opta-se pela laje h8 e lajota cerâmica. Conforme o projeto, a cobertura geralmente é realizada com telha metálica, cerâmica ou fibrocimento e sua execução não se difere de construções convencionais. Para a Obra D foi projetada uma cobertura metálica escondida por platibandas com 1 metro de altura (figura 28).

Figura 28 - Planta de cobertura Obra D.



Fonte: Projeto fornecido pela empresa (2022).

6.6 Acabamento

Para o revestimento da alvenaria aplica-se uma argamassa de fino acabamento nas paredes internas e externas, essa argamassa substitui o chapisco e reboco (figuras 28a e 28b).

Figura 29a - Argamassa.

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 29b - Revestimento.

Fonte: Autoria própria (2022).

A aplicação da argamassa é feita diretamente no EPS de forma espatulada com até 2 centímetros de espessura, por isso é importante a retirada de pregos e arames da superfície aplicada e, usando uma lixadeira, retirar também o excesso de resíduos de concreto. Em seguida a alvenaria pode receber acabamento em gesso, pintura ou revestimento cerâmico. Tal como fachada da obra C, que contém acabamento em placas 3D e pintura acrílica (figura 29).

Figura 30 - Acabamento Obra C.

Fonte: Projeto fornecido pela empresa (2022).

7 CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento do trabalho, pode-se concluir que o sistema ICF caracteriza-se como uma alvenaria autoportante formada por blocos de EPS preenchidos com concreto armado, esses blocos são responsáveis por moldar o concreto e agregar propriedades termoacústicas a parede.

O sistema ICF pode oferecer uma boa destinação para o reuso do EPS, considerando que o material pode ser reciclado diversas vezes e que o seu descarte em aterros é prejudicial à decomposição dos resíduos. Já a sua aplicação na construção civil é vantajosa, pois se trata de um material leve, resistente à compressão e a absorção de água. Em relação aos resíduos, o volume gerado é menor quando comparado com as construções convencionais e a construtora ainda não faz o reaproveitamento dos resíduos de EPS.

Com base nas visitas foi possível descrever e registrar as etapas do método construtivo ICF, observando que mesmo se tratando de um sistema de alvenaria estrutural, ao depender do projeto arquitetônico se faz necessário o uso de pilares e vigas. Ainda assim sistema apresenta uma técnica viável, pois as etapas construtivas pouco se diferem das construções convencionais, o que torna fácil o seu desenvolvimento na equipe. Em relação a equipe, notou-se que a construtora não apresenta um treinamento formal para seus colaboradores, as instruções construtivas são passadas pelo mestre de obras no início do trabalho na empresa e ao decorrer da construção. Apesar disso os colaboradores consideram o método construtivo prático e não apresentam dificuldades em executá-lo.

Conclui-se ao final que o sistema tem como vantagens a rápida execução, um dos fatores que mais atrai os clientes, ademais proporciona conforto termoacústico na residência e oferece total liberdade para fundação, acabamento e cobertura. Do ponto de vista sustentável, além de direcionar o reuso do EPS, substitui o uso de materiais que não são recicláveis e prejudicam o meio ambiente, também reduz o uso de tabuas de madeira para caixaria, já que mesmo quando necessário reforço estrutural com vigas e pilares, esses aparecem em menor quantidade.

REFERÊNCIAS

ALBIQUIM. Associação Brasileira da Indústria Química – Comissão Setorial de EPS. **O que é EPS?** Disponível em <http://www.epsbrasil.eco.br/eps/index.html>. Acesso em: 23 nov. 2021.

AMBROSI, T. V. **Logística Reversa de Embalagens de Isopor**. 2009. 19 f. Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BASTOS JR., A. P. **Análise de Viabilidade Econômica do Método Construtivo Insulated Concrete Forms para Construção de Habitações**. 2018. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

BICHINSKI, W. F. **Vantagens e benefícios da industrialização dos processos na construção de edificações**. 2017. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

FASE. Soluções Construtivas em ICF. **O Sistema ICF**. Disponível em <http://faseicf.com.br/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

GILLIS, A. S. **Triple Bottom Line (TBL)**. TECHTARGET, 2021. Disponível em <https://whatis.techtarget.com/definition/triple-bottom-line-3BL>. Acesso em: 04 dez. 2021.

HASS, D. C. G.; MARTINS, L. F. **Viabilidade econômica do uso do sistema construtivo steel frame como método construtivo para habitações sociais**. 2011. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

INCONCRETO. Disponível em <https://www.inconcreto.com.br/>. Acesso em: 25 nov. 2021.

ISOCRET. **ISOCRET do BRASIL-ICF**. Disponível em <https://isocret.com.br/isocret.html>. Acesso em: 5 out. 2021.

KNAUF. **História do Isopor**. Disponível em <https://www.mundoisopor.com.br/conheca-a-historia-do-isopor/>. Acesso em: 02 dez. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. 2020. Disponível em <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>. Acesso em: 24 out. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual reúne recomendações para manejo de resíduos da construção civil**. 2007. Disponível em <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/manual-reune-recomendacoes-para-manejo-de-residuos-da-construcao-civil>. Acesso em: 29 nov. 2021.

MOTTA, S. F. R.; AGUILAR, M. T P. Sustentabilidade e Processos de Projetos de Edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009. Disponível em <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50953>. Acesso em: 30 nov. 2021.

NACIMENTO, E. P. **Trajetória da Sustentabilidade: do Ambiental ao Social, do Social ao Econômico**. Estudos Avançados (USP. Impresso), v. 26, p. 51-64, 2012.

REVISTA TÉCNICA. ICF - **Sistema de fôrmas termoacústicas de EPS para paredes autoportantes de concreto**. Edição 235 - Outubro/2016

RODAS, C.A.; DI GIULIO, G. M. Mídia Brasileira e Mudanças Climáticas: Uma Análise Sobre Tendências da Cobertura Jornalística, Abordagens e Critérios de Noticiabilidade. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 40, p. 101-124, abril 2017.

ROTH, C. D. G.; GARCIAS, C. M. **Construção civil e a degradação ambiental.** Desenvolvimento em Questão. v.7, n. 13, 2009. Disponível em <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em: 15 nov. 2021.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento De Métodos, Processos E Sistemas Construtivos:** formulação e aplicação de uma metodologia. 321 p. 1989. Tese (Doutorado). Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SILVA, F.H. **Demonstração Do Sistema Construtivo Em Painéis Monolíticos De Eps.** 2018. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.

SINDUSCON-PA. Sindicato da Indústria da Construção do Estado do Pará. **Dirigente do Sindicato da Indústria da Construção Civil denuncia aumento elevado dos materiais para obras e serviços públicos e privados.** Disponível em <https://www.sindusconpa.org.br/noticia.php?id=553>. Acesso em: 21 out. 2021.

TAINARA, A. C. de J.; BARRETO, M. F. F. M. **Análise Comparativa dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Convencional, Alvenaria Estrutural e Moldes Isolantes para Concreto (Icf).** E&S Engineering and Science, [S. l.], v. 7, n. 3, p. 12 - 27, 2018.

TAVARES, M. A. D; BEZI. P. **Análise da Implantação das Práticas de Sustentabilidade no setor da Construção Civil conforme o Selo AQUA.** 2012. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Concreto, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TESSARI, J. **Utilização de Poliestireno Expandido e Potencial de Aproveitamento de seus Resíduos na Construção Civil.** 2006. 102 f. Dissertação (Pós-graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

THE INSULATING CONCRETE FORMS MAGAZINE. **Intro to ICFS and Alternative ICFS. 2021.** Disponível em <https://www.icfmag.com/2021/07/intro-to-icfs-and-alternative-icfs/>. Acesso em: 24 nov. 2021.

THE INSULATING CONCRETE FORMS MAGAZINE. **History of ICFS. 2011.** Disponível em <https://www.icfmag.com/2011/02/history-of-icfs/>. Acesso em: 14 nov. 2021.

TOMASI, A. P. N. **A modernização da construção civil e os impactos sobre a formação do engenheiro no contexto atual de mudanças.** Educação & Tecnologia, v. 10, n. 2, p. 39-45, jul/dez. 2005.

TOPSUN ENERGIA SOLAR. **Responsabilidade social: Pesquisa aponta que 87% dos brasileiros preferem empresas com práticas sustentáveis. 2021.** Disponível em <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/especial-publicitario/top-sun/top-sun-energia-solar/noticia/2021/03/02/responsabilidade-social-pesquisa-aponta-que-87percent-dos-brasileiros-preferem-empresas-com-praticas-sustentaveis.ghtml>. Acesso em: 20 out. 2021.

VASCONCELOS, C. F.N. **Avaliação do Potencial de Uso da Construção Modular com Unidades Tridimensionais para as Habitações no Brasil.** 2018. 75 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.