



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS**  
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**APARECIDO WENDER DIAS ALVES**

**ANÁLISE DO SISTEMA**  
***Insulating Concrete Forms - ICF***

**UBÁ - MG**

**2022**

**APARECIDO WENDER DIAS ALVES**

**ANÁLISE DO SISTEMA**

***Insulating Concrete Forms - ICF***

Artigo de conclusão de Curso para obtenção do título de Engenheiro Civil, apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá.

Orientador (a): Dr<sup>a</sup> Erika Maria Carvalho Silva Gravina

**UBÁ - MG**

**2022**

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos os meus familiares, colegas de curso e de profissão, em especial, a Deus que sempre me fortaleceu e me guiou nessa empreitada vitoriosa.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida, por me conceder inteligência, saúde, coragem e coerência em meus atos e em minha jornada acadêmica.

Aos meus pais, por me iniciarem na arte da existência. Pelo amor incondicional, pelo apoio sempre constante, pelo exemplo de retidão e por todas as lições de vida que me permitiram crescer e me transformar, tornando-me, a cada dia, uma pessoa melhor.

Aos meus professores, cada um a seu modo de ser, dedicaram tempo e disponibilizaram informações para que eu e todos os outros alunos do curso, pudéssemos selecionar tudo aquilo que foi necessário e suficiente para processar e construir conhecimento.

Ao meu professor orientador, pela ajuda constante, pelas orientações valiosas, a fim de construir este trabalho acadêmico que, certamente trará uma contribuição para a sociedade, na área de atuação.

Aos familiares, que de forma direta ou indireta, deram a sua contribuição para a minha formação profissional.

Aos amigos e colegas, de sala e de faculdade, que mesmo indiretamente se fizeram presentes e colaboraram para que eu tivesse êxito em minha vida acadêmica.

“Assim como a planta é o projeto de uma construção civil, o sonho é um projeto de construção de vida”.

Wendel Henrique Ferreira

“Engenharia Civil não é sobre construir coisas, mas sim, executar sonhos”.

Leonardo Alves

## Resumo

O presente trabalho apresenta uma pesquisa sobre o tema a tecnologia *insulating concrete forms* (icf). É um sistema construtivo que consiste na construção de painéis modulares de concreto armado, que utiliza fôrmas feitas de poliestireno expandido (eps) de alta densidade, que são montados por encaixe tipo macho e fêmea, e preenchidos por telas de aço e concreto, assegurando aspectos estruturais e de vedação, largamente empregada em vários países desenvolvidos do hemisfério ocidental. O objetivo do trabalho foi demonstrar a praticidade do sistema *icf*, detalhar suas etapas construtivas e apresentar suas vantagens e desvantagens. Como metodologia foi utilizada uma pesquisa de fontes bibliográficas, com textos retirados de artigos acadêmicos, livros, *sites* cujos autores versam sobre o tema. O sistema apresenta viabilidade ambiental, estrutural, fácil técnica de construção, capacidades termo-acústicas, redução de desperdícios de materiais, resiste a abalos sísmicos e furacões, material de fácil transporte, redução de mão de obra, aumento de produtividade e entre outros aspectos relevantes, que contribuem para validação do seu emprego em larga escala no Brasil. A resistência do mercado de construtoras e consumidores e seus custos ainda aquém da necessária competitividade com outros modelos de construção já consagrados figuram como seus principais empecilhos. A engenharia civil, e seus profissionais, devem se valer das novidades e evoluções de técnicas e materiais para continuar a sustentar os avanços no conforto e na qualidade de vida da população que buscam por moradias melhores, mais confiáveis e sustentáveis.

**Palavras-Chave:** Tecnologia *Insulating Concrete Forms* (Icf); Vantagens e Desvantagens; Evoluções de Técnicas; Moradias.

## **Abstract**

*This study is about insulating concrete forms (ICF) technology. ICF is a constructive system that consists of the construction of modular reinforced concrete panels, using molds made of high-density expanded polystyrene (eps), which are assembled by plug and socket type, and filled with steel and concrete mesh, ensuring structural and sealing, widely used in several developed countries of the western hemisphere. This study aimed to demonstrate the practicality of the ICF system; detail its constructive steps and present its advantages and disadvantages. The methodology was based on research of bibliographic sources, such as texts taken from academic articles, books, and, websites whose authors deal with the theme. The system features environmental and structural feasibility, easy construction technique, thermo-acoustic capacity, reduced material waste, resistance to earthquakes and hurricanes, easy transportation, reduced labor, increased productivity, and other relevant aspects, which contribute to the validation of its large-scale employment in Brazil. The resistance of the construction companies and consumers market and its costs still below the necessary competitiveness with other construction models already established are its main obstacles. civil engineering, and its professionals, must make use of the novelties and evolutions of techniques and materials to continue to sustain advances in the comfort and quality of life of the population who seek better, more reliable, and sustainable housing.*

**Keywords:** *Insulating Concrete Forms (ICF) Technology; Advantages and Disadvantages; Technical Evolutions; Housing.*

## 1 INTRODUÇÃO

O século XXI corrobora a busca atemporal por moradias de melhor qualidade com menor custo e praticidade, fato este que é ainda mais destacado pela busca de novos materiais mais eficazes, ecologicamente corretos, mais duráveis e tecnologicamente comprovados. Conforme descrição, não se trata de uma concepção nova na construção civil, todavia refere-se a um aperfeiçoamento evolutivo de uma demanda e de estratégias e técnicas que permitam, tanto atingir tais objetivos, como aumentar os índices de satisfação dos clientes, relação custo x benefício, praticidade, comodidade, segurança, dentre outros.

No rol de tais opções disponíveis, destaca-se a metodologia *Insulating Concrete Forms* (ICF), que é um sistema construtivo que consiste na construção de painéis modulares, de paredes autoportantes de concreto armado que utiliza fôrmas termoacústicas, feitas de poliestireno expandido, em inglês, *Expanded Polystyrene* (EPS), de alta densidade ( $26 \text{ kg/m}^3$ ), por sua vez, são montados por encaixe tipo macho e fêmea, e preenchidos por telas de aço e concreto, assegurando aspectos estruturais e de vedação.

As principais vantagens do sistema ICF, em relação ao sistema tradicional de alvenaria, são o alto desempenho térmico e acústico, redução de desperdícios de materiais, resistente a abalos sísmicos e furacões, material de fácil transporte, redução da mão de obra e aumento da produtividade. Outro fator a ser considerado, o qual é reiteradamente destacado por estudiosos da área, é o de que, no Brasil, o atual modelo de gestão dos processos envolvidos nas construções é incompatível com as necessidades e objetivos da produção seriada.

Pesquisadores envolvidos nessa temática afirmam que, em termos de custos, o sistema *Insulating Concrete Forms*, denominado de Moldes Isolantes para Concreto, surge como um sistema construtivo a ser explorado, aliando à resistência estrutural e durabilidade, propriedades térmicas, de resistência à água, estanqueidade do ar e melhor proteção acústica.

Mediante tais premissas postas, o objetivo do trabalho foi demonstrar a praticidade do sistema Moldes Isolantes para Concreto (*Insulating Concrete Forms - ICF*); detalhar suas etapas construtivas e apresentar suas vantagens.

Como metodologia foi utilizada uma pesquisa de fontes bibliográficas, com textos retirados de artigos acadêmicos, livros, sites cujos autores versam sobre o tema.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Construção civil

Quando os humanos deixaram de ser nômades e passaram a se instalar em um lugar, onde pudessem desfrutá-lo, surgiu a necessidade de construir residências para se protegerem e estocarem suas coisas. Com o passar dos anos, a necessidade de retorno rápido dos investimentos e a diminuição do custo da mão de obra, os métodos de construção evoluíram e assim surgiram variadas formas de construção para se construir a moradia. Construções que visam reduzir o consumo de recursos não renováveis, ao mesmo tempo que reduz o tempo de execução da obra e a quantidade de trabalhadores e com esses métodos novos, os materiais passaram a ser reaproveitados, os sistemas ficaram mais eficientes e os edifícios procuraram tornar-se mais sustentáveis (ROSA, 2015).

Nosso avanço civilizatório, ao longo dos últimos milênios, fez com que nossa espécie ocupasse, cada vez mais, novos territórios e espaços geográficos tão distintos quanto desafiadores, fato esse que, entre tantas outras condicionantes e detalhes relevantes, significativos, forçou a constantes aperfeiçoamentos metodológicos e técnicos para transformar essas “novas fronteiras” em locais aprazíveis e habitáveis (STOUHI, 2022, p. 1).

Para Stouhi (2022), no que diz respeito ao impacto ambiental da indústria de construção civil, 23% representam a poluição do ar, 50% refletem as mudanças climáticas, 40% correspondem à poluição da água potável e 50% retratam os resíduos de aterros sanitários. Dessa forma, desafios ambientais vêm sendo enfrentados e a indústria da construção civil encontra-se nesse meio, junto ao ser humano, o qual está em maior desvantagem neste cenário.

Ainda nesse pensamento, Stouhi (2022) explica a necessidade do desenvolvimento de materiais inovadores para construção, como resposta a esses desafios globais, colocando em primeiro lugar o bem-estar humano nos projetos urbanos. Estima-se que até 2050, ocorra o esgotamento das matérias-primas, como o aço e areia para a construção do concreto.

Por outro lado, Stouhi (2022) aponta para o crescimento contínuo do custo de construção, com um aumento entre 5% e 11% em comparação ao ano anterior, exaltando a necessidade de evolução dos materiais e métodos, com tecnologia de ponta capaz de moldar a indústria de construção e seu futuro.

Antunes e Costa Junior (2021) atestam que no Brasil, o mercado da construção civil vem explorando, cada vez mais, as alternativas que procuram trocar os métodos tradicionais de edificação, por métodos com maior capacidade de desenvolvimento, visando ao desperdício mínimo de materiais, introduzindo sistemas para controle de qualidade e assim garantir um bom desempenho na construção.

A indústria da construção civil apresenta um alto número de desperdícios de tempo e material, baixa qualidade nos produtos e pouca inovação tecnológica. Esse setor é representado por grandes, médias e pequenas empresas, que contribuem para a regulação do ciclo de produção no país e consequentemente impacta de maneira direta o Produto Interno Bruto (PIB) nacional (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021).

De acordo com a pesquisa feita pela Fundação João Pinheiro em 2019, o *déficit* habitacional foi de 5,8 milhões moradias em todo o Brasil, sendo 79% desse número representado pelas famílias de baixa renda, conforme se observa na (FIG.1), (PRADO, 2021).

Figura 1: Déficit habitacional



(PRADO, 2021, p. 1-2)

O referido estudo mostra ainda que: 87,7% de *déficit* habitacional quantificado (falta de habitação, seja por instabilidade habitacional, coabitação, excesso de pessoas por metro quadrado, ou altos custos de aluguel) estão localizados em áreas urbanas; além disso, mostra que o *déficit* habitacional do Brasil (em termos absolutos) aumentou de 5,657 milhões no ano de 2016, para 5,877 milhões no ano de 2019. Tais moradias representam 8% das casas do país, e é aí que o sistema ICF pode entrar em ação como umas das soluções para esses problemas sociais (PRADO, 2021).

Para Antunes e Costa Junior (2021), a indústria da construção civil, assim como as empresas de materiais, exercem grande influência sobre o meio ambiente, devido ao consumo de grandes quantidades de recursos naturais não renováveis e ao descarte inadequado dos resíduos da produção, uso e demolição. E é por isso que este setor desempenha um papel fundamental na busca por um desenvolvimento sustentável, efetuando pesquisas relacionadas à construção de tecnologia.

Ainda segundo Antunes e Costa Junior (2021), a criação e implantação de planos efetivos que correspondam às reais condições da obra, tornaram-se questões importantes que afetam as atividades construtoras. Portanto, vale ressaltar que existem muitos métodos de construção que optam por modelos tradicionais, como a alvenaria convencional, porém a inclusão da redução de custos nos projetos e o desenvolvimento e otimização de métodos fazem com que o setor da construção procure alternativas a outros modelos construtivos.

Sodré (2021) esclarece que a construção civil é um setor que utiliza de 20 a 50% dos recursos naturais para produzir insumos e ocasiona cerca de 20 a 30% de resíduos da construção civil e demolição (RCD). Com isso em mente, a indústria da construção está desenvolvendo técnicas que visam substituir os métodos tradicionais por processos que causam perda mínima de material e baixa geração de resíduos sólidos. O que faz com que, neste contexto, as construções modulares tornem-se uma alternativa ao conceito sustentável e, portanto, seu objetivo é unificar os elementos construtivos de forma que facilite a racionalização das construções como um todo, gerando uma minimização de desperdícios, reduzindo boa parte da eliminação de resíduos.

Diante da grande quantidade de resíduos sólidos gerados, pelo consumo excessivo de recursos naturais provenientes de fontes não-renováveis (areia,

água, madeira, cal, dentre outros) e custos elevados para mão de obra, energia e matéria-prima, a implantação de sustentabilidade na construção civil visa a possibilidades e soluções agregando um valor socioambiental (SODRÉ, 2021).

Ressaltando Antunes e Costa Junior (2021) que o planejamento e controle da produção pode ser interpretado pela engenharia civil como uma adaptação dos conceitos da engenharia de produção à edificação, na qual se busca ver a obra como um sistema produtivo, levando em consideração as desigualdades das peças que compõem a produção por meio de uma gestão baseada em dados e fatos. A construção civil envolve um grande número de variáveis, desenvolvendo-se num ambiente particularmente dinâmico e mutável, o que torna muito intrincada a gestão de uma obra, em cenário em que a crescente competitividade da construção, crescimento do setor e as exigências dos clientes finais têm impulsionado as empresas do setor a oferecer produtos de melhor qualidade, executados no prazo e com custos cada vez mais reduzidos.

## **2.2 Sistema construtivo ICF**

O ICF é um sistema de dois painéis em poliestireno expandido, conhecido no Brasil como Isopor, de alta densidade. Esses painéis consistem em uma estrutura simples, moderna, econômica e sustentável, muito usado nos Estados Unidos da América (EUA), Canadá, Reino Unido e América do Sul (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021).

O ICF representa uma solução para a construção civil atual, angustiada com o meio ambiente, com a redução de custos e com racionalização de energia, além de conforto térmico acústico dos usuários. Esse é um sistema construtivo de paredes em concreto monolítico que emprega como moldes placas de EPS. As placas são montadas lado a lado e unidas entre si através de espaçadores plásticos facilmente encaixados, resultando na constituição da parede que é preenchida com o concreto. Esse método incorpora fôrmas feitas EPS de alta densidade, montadas por encaixe tipo macho e fêmea, em seguida são preenchidas telas de aço e concreto, tornando as paredes com funções simultâneas de vedação e estrutural (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021, p.22).

Observa-se na FIG.2 uma construção em ICF

Figura 2: Construção ICF



Fonte: Manual Técnico IForms ICF (2015).

O sistema ICF surgiu na Itália antes da Primeira Guerra Mundial, foi aperfeiçoado nos Estados Unidos e durante os anos 70 e 80, chegou ao Brasil em 1990. Foi uma das tecnologias usadas para reconstruir estruturas após a Segunda Guerra Mundial, em 1945, por ser uma forma barata e duradoura (ICF CONSTRUTORA INTELIGENTE, 2017).

Já o EPS, sigla internacional para poliestireno expandido, foi criado em 1949, na Alemanha, por meio de ensaios químicos realizados por Karl Buchholz e Fritz Stasny. Surgiu no Brasil apenas na década de 60, no entanto alcançou reconhecimento a partir do registro efetuado pelo grupo Knauf Isopor®, em 1998, quando ficou conhecido no Brasil como Isopor (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021).

O ICF por ser um sistema em que as formas são padronizadas de fábrica, fica evidente a rápida execução das paredes, que substituem as estruturas convencionais de concreto armado, como vigas e pilares (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021).

### 2.3 Etapas construtivas do sistema ICF

Em relação aos estágios de construção do sistema *ICF*, aborda-se a simplificação nos processos logísticos, viável à construção de galpões e conjuntos habitacionais (SODRÉ, 2021).

De acordo com Manual Técnico IForms (s.d.), em relação à distribuição de cargas para uma estrutura, o sistema *ICF* é considerado um material leve construído de concreto armado. O método construtivo *ICF*, suporta uma estrutura de até 7 pavimentos planta tipo, onde os pavimentos se repetem em planta. As reformas internas e externas em construções que adotam esse sistema construtivo, tornam-se limitadas, pois as paredes são estruturais, não suportam qualquer tipo de mudança em planta, necessitando refazer os cálculos estruturais. Observa-se FIG.3, uma edificação de *ICF*.

Figura 3: Construção casa *ICF*



Fonte: (<https://dicadeobra.com/construcao-de-casas-no-sistema-icf/>)

Para que esse sistema construtivo produza resultados efetivos e se torne uma opção viável para os consumidores, as construtoras devem fornecer treinamento acessível aos seus profissionais, para que aprendam rapidamente a execução do trabalho no sistema *ICF*, visto que suas formas são padronizadas e de fácil de implementação. Após a conclusão das fundações, paredes e pisos, podem ser observadas diferenças consideráveis de temperatura entre o interior e o exterior da edificação, comprovando a eficiência térmica de um sistema

construtivo com paredes preenchidas com concreto armado na forma de EPS (ANTUNES, COSTA JUNIOR, 2021).

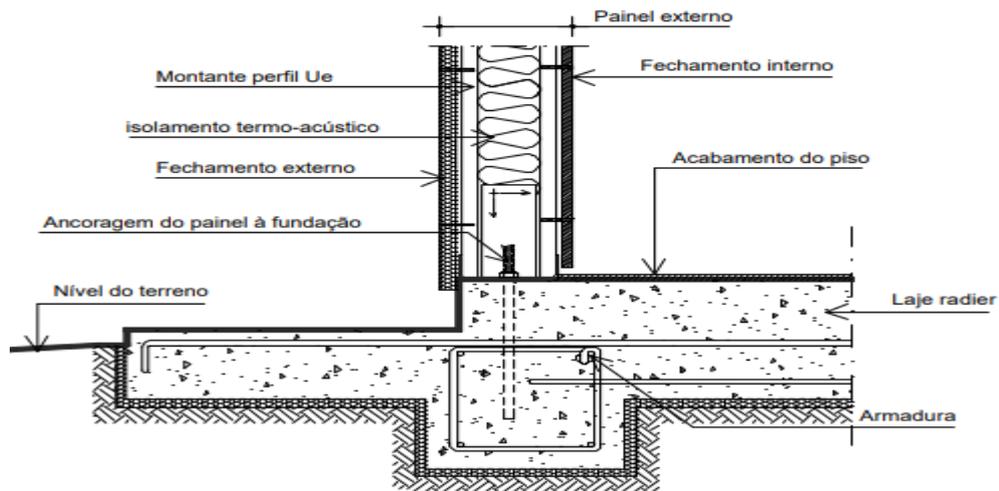
### **2.3.1 Fundações**

As fundações absorvem os esforços da superestrutura e transmite ao solo, são executadas depois de limpar o terreno e contornar os canos de esgoto. A empresa IForms informa que o método construtivo *ICF* pode ser utilizado para diferentes tipos de fundações, contudo é recomendado utilizar fundações superficiais como radier, sapata corrida ou sapata isolada com vigas baldrame. Recomenda-se o uso de fundações rasas, por se tratar de um sistema autoportante, uma vez que facilita o posicionamento e a colocação das formas. E devido ao fato de que as cargas são distribuídas pela alvenaria, isso faz com que gerem esforços maiores em sua base, se comparados com o sistema convencional, em que as cargas são distribuídas por pilares e vigas (BEAL, SOUSA, 2021).

#### *2.3.1.1 Radier*

De acordo com a NBR 6122 (2010), o radier pode ser usado quando uma fundação superficial abrange todos pilares ou carregamentos distribuídos de maneira uniforme. Antes da concretagem do radier é necessário fazer a regularização do solo, fazer as passagens de tubulações hidráulicas e elétricas e isolar a umidade minimizando o acúmulo de água no solo em contato direto com a fundação. Observa-se na FiG.4 uma fundação em radier.

Figura 4: Detalhes de fundação radier

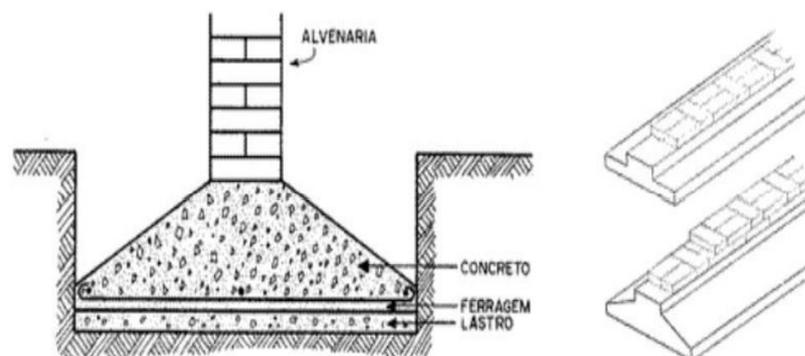


Fonte: Crasto, (2005).

### 2.3.1.2 Sapata Corrida

Sapata corrida são comuns em construções de pequeno porte como casas, galpões, muros de arrimos e fundações de piscina obras de pequeno porte. De acordo com a NBR 6122 (2010) a sapata corrida é sujeita à ação de uma carga distribuída linearmente ou de pilares ao longo do mesmo alinhamento. Na FIG. 5 observa-se como é feito esse tipo de sapata transmitindo suas cargas ao solo distribuídas.

Figura 5: Sapata Corrida



Fonte: Carvalho e Pinheiro (2009)

### 2.3.1.3 Sapatas Isolada / Vigas baldrame

Segundo Deus (2020), sapata isolada é um tipo de fundação mais comum nas edificações. Ela é dimensionada para receber a carga apenas um único pilar que transmite as forças para a superfície do terreno. As tensões admissíveis do solo têm que resistir às tensões ali aplicadas distribuídas ao longo das sapatas podendo ser: quadradas, retangulares ou circulares (FIG.6).

A viga baldrame definida como elementos estruturais, pode ser executada tanto acima do nível do solo quanto abaixo. Sua função é estabilizar a estrutura por meio de travamento dos pilares e elementos de fundação, onde recebe as cargas de pilares que possuem o mesmo alinhamento e enquadra a sustentação das paredes de vedação e estrutural autoportante, onde podem ser desenvolvidas em concreto armado, concreto simples ou em blocos maciços. (CUNHA, *et al.*, 2021).

Figura 6: Sapata Isolada



Fonte: Manual Técnico IForms (s.d.)

O gabarito da fundação deve ser feito a uma distância de 1 metro da base da viga baldrame ou radier, e se parte da obra ficar encostada na parede lateral, a própria parede é utilizada como base para o gabarito (SODRÉ, 2021).

Ainda sobre a fundação, segundo ICF Construtora (2021), as barras que irão dispor os arranques, são posicionados em “L”, amarradas na armadura da fundação antes da concretagem. Pode ser possível também lançar os arranques

após a concretagem, antes da cura total do concreto da fundação, ou após a cura total, podendo ser perfurado na base da estrutura, fixando o arranque com adesivo de base epóxi, que ficará posicionado verticalmente intercalado a uma distância conforme projeto.

### **2.3.2 Execução das formas de EPS**

Antes de iniciar a colocação das formas de *EPS*, deve ser feito um gabarito demarcando as posições das futuras paredes. A colocação da primeira fiada é importante, pois o sistema de intertravamento e encaixe subsequentes das formas, ficam conforme o alinhamento da primeira fiada. Logo, é importante conferir o nível, prumo, esquadro, alinhamento e o intertravamento das formas. A primeira fiada é concretada como se observa FIG. 7 para adquirir a estabilidade e sustentação na base para recebimento das formas *EPS* subsequentes (BEAL e SOUSA, 2021).

Figura 7: Concretagem da primeira fiada



Fonte: IForms (2022)

Em seguida, é realizada a superestrutura. Nesta etapa, são adicionados os blocos *EPS*, que proporcionam a facilidade para o método de montagem, iniciando pelos cantos e intercalando as formas e dando continuidade em direção ao centro de cada parede. Este procedimento é prático e preciso, pois os blocos possuem encaixes laterais capazes de alternar, dispensando o uso de argamassa para união dos mesmos, conforme a FIG. 8, (SODRÉ, 2021).

Figura 8 - Encaixe dos segmentos EPS



Fonte: Autoria própria (2021)

De acordo com Antunes e Costa Junior (2021), para o travamento das formas *EPS*, devem ser consideradas armaduras de aço nas direções verticais e horizontais, para posterior recebimento do concreto. Ao realizar os recortes de vergalhões, recomenda-se realizar com dimensão igual à seção interna da forma *EPS*, de modo que sirva de apoio à barra de aço horizontal. Após amarrar a barra horizontal, a mesma exercerá força travando verticalmente as formas para baixo como observa-se a FIG.9.

Figura 9: Travamento das armaduras verticais e horizontais

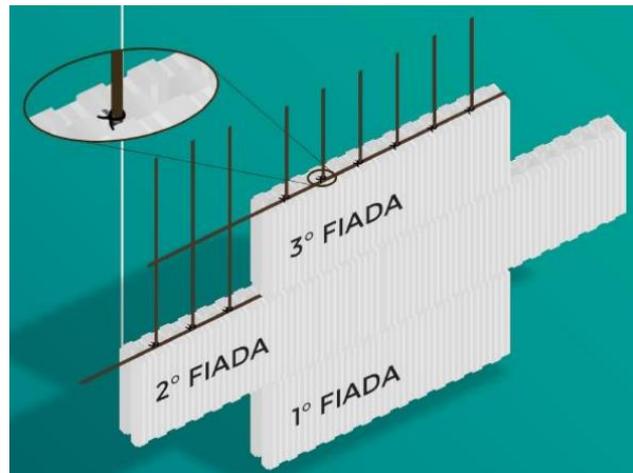


Fonte: Autoria própria (2022)

Observa-se no Manual Técnico IForms, (s.d.), para adquirir um melhor travamento, a montagem das formas deve ser feita de forma intercalada. A

posição das fiadas ímpares devem ser iguais, e a posição das fiadas pares também, conforme a FIG. 10.

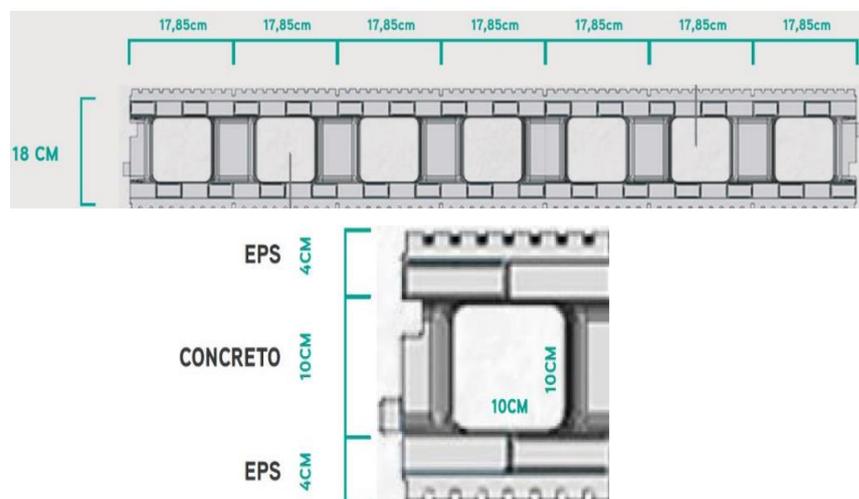
Figura 10 – Fiadas ímpares e pares intercaladas.



Fonte: iFORMS (2022)

Prosseguindo, Antunes e Costa Junior (2021), explica que conforme orientação da empresa fabricante, as paredes estruturais, devem executadas com formas de *EPS* de 4cm de espessura, resultando uma parede com 18 cm de espessura conforme se observa na FIG.11, enquanto as paredes de vedação devem ser executadas com formas de *EPS* com 3 cm de espessura, resultando em uma parede com 12 cm de espessura conforme a FIG.12.

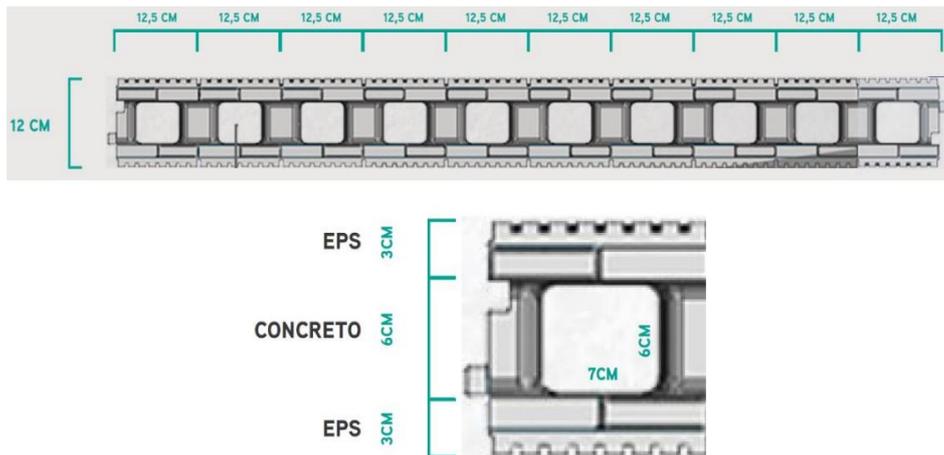
Figura 11 – Vista superior da parede estrutural



Fonte: iForms.

Fonte: IForms (2022)

Figura 12 – Vista superior da parede de vedação



Fonte: IForms (2022)

### 2.3.3 Escoramento de Paredes

Conforme Antunes e Costa Junior (2021), existe a necessidade de escoramentos, garantindo a estabilidade para o recebimento do concreto. São instalados apuradores, ao longo da estrutura de vedação, para assegurar a verticalidade e o alinhamento do sistema. Esses apuradores conforme a FIG.13 são retirados logo após a cura do concreto, conferindo o prumo, nível, esquadro e alinhamento, garantindo que as paredes estejam alinhadas para otimizar a etapa dos revestimentos.

Figura 13 – Travamento paredes ICF



Fonte: Autoria própria (2022)

### **2.3.4 Abertura de Portas e janelas**

Segundo Sodré (2021), no método construtivo *ICF* é realizado o procedimento de nivelamento das paredes, e a abertura de portas e janelas como representa a FIG. 14, as aberturas são realizadas de forma prática, através fio quente ou serrote, realiza-se os recortes das formas, e com fixação provisória por uma estrutura de madeira, permiti a abertura das esquadrias. Os recortes são reaproveitados para fechamento das formas horizontais, fixados com arames ou pregos.

Figura 14 – Abertura de portas e janelas



Fonte: Autoria própria (2021)

### **2.3.5. Preenchimento com concreto**

Para proteção das formas durante a execução da concretagem, são cortados canos PVC ao meio e posicionados nas formas *EPS* conforme a FIG.15, de modo que os dentes do encaixe das formas sejam protegidos, evitando, posteriormente, prejudicar a montagem das formas (SODRÉ, 2021).

Figura 15 – Amarração das formas de EPS.



Fonte: IForms (2022)

A próxima etapa, consiste em efetuar o preenchimento com concreto, nas aberturas presentes no interior de cada forma de *EPS* conforme são levantadas as fiadas. O concreto pode ser preenchido de forma manual ou com uso de bombeamento. Destaca-se que este procedimento é executado à medida que as paredes, os varões de aço das armaduras longitudinais e transversais são encaixados (SODRÉ, 2021)

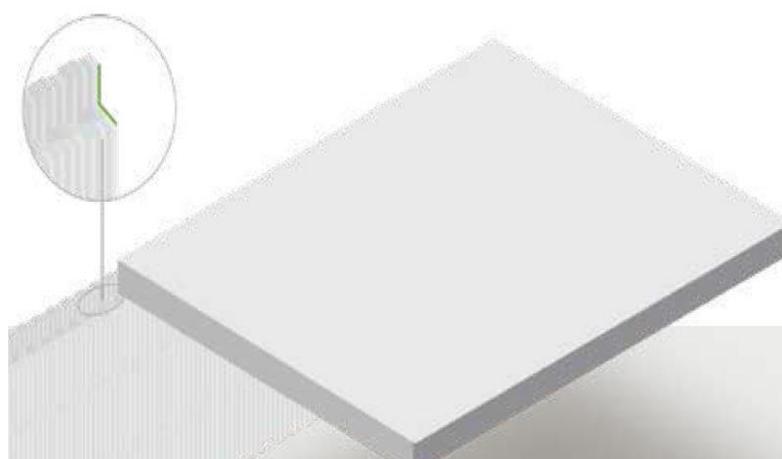
Para a concretagem, torna essencial a conferência do traço descrito em projeto, obrigatoriamente com uso de brita 0 (pedrisco). É essencial reduzir a velocidade de bombeamento para preenchimento de concreto. A concretagem é aconselhável no máximo 2 metros de altura evitando a segregação. (Manual Técnico ICF Construtora (2015).

De acordo com Neville, Brooks (2013), a segregação é definida como a separação dos constituintes de uma mistura heterogênea deixando sua distribuição não mais uniforme. Ocorrem duas formas de segregação, a primeira e quando suas partículas maiores tendem a separar assentando-se mais que as mais finas. A segunda forma de segregação, é quando em misturas com excessos de água, é manifestada pela separação da pasta do cimento e água da mistura do concreto. Um dos fatores que contribuem com a segregação e o manuseio e lançamento do concreto. Em lançamentos de concreto de alturas considerável alta, devem ser utilizadas mistura de maior coesão.

### 2.3.6 Lajes

O sistema *ICF* permite que sejam utilizadas e facilitam a montagem de diversos tipos de lajes como: maciça, treliçada ou protendida. Diferente do sistema convencional, as paredes *ICF*, exercem a função estrutural suportando as cargas das lajes e seus carregamentos. As formas *ICF*, podem ser usadas fazendo um corte em formato “J” como caixaria para laje reduzindo o tempo de execução e mão de obra como ilustra a (FIG. 16).

Figura 16: Corte forma *ICF* em formato “J”



Fonte: Manual Técnico IForms (s.d.)

#### 2.3.6.1 Lajes Maciça

Conforme Bastos (2015), a laje maciça é composta por concreto contendo armaduras longitudinais de flexão e transversais, sendo apoiadas em vigas ou paredes ao longo das bordas. As lajes maciças podem ser de concreto armado ou protendido, sua espessura normal varia de 7 cm a 15 cm e são projetadas para variáveis tipos de construções.

#### 2.3.6.2 Lajes Treliçada

As lajes pré-fabricadas ou pré-moldadas são utilizadas para vencer pequenos e médios vãos. Sua grande vantagem é a redução de formas, em relação à laje maciça ou à laje nervurada que são moldadas no local. As lajes

pré-moldas são formadas por vigotas em concreto ou treliças e preenchidas por elementos de enchimento, como lajotas cerâmicas ou isopor (EPS). Há grande redução de volume de concreto e armadura e não exige formas e se gastam poucas escoras e pontaletes, tornando-se uma execução mais rápida em relação às lajes maciças de concreto (SANDIN, 2019).

### *2.3.6.3 Lajes Protendidas*

As lajes protendidas de acordo com Loureiro (2006), são capazes de vencer grandes vãos facilitando na arquitetura com a ausência de vigas, apresentando flechas e fissuração reduzidas com pequena espessura de concreto. Por possuir armaduras ativas, as cordoalhas são submetidas a uma tensão máxima de tração, diminuindo as armaduras de fretagem, com um maior módulo de elasticidade e resistência no estado limite último.

### **2.3.7 Cobertura**

De acordo o Manual Técnico ICF (2015) não existe limitação quanto à tipologia de cobertura a ser aplicada nas edificações que utilizam o sistema *ICF*.

Concluídas as fases estrutural e de fechamento, inicia-se a fase de cobertura, que pode ser de estrutura metálica ou de madeira e se apresentar em formato de painéis. A realização desta etapa é semelhante ao processo tradicional (VECHIATO, 2017).

No sistema Monolítico, as telhas podem ser colocadas sobre os painéis de cobertura e estes painéis sendo apoiados no concreto, sem necessitar de sustentação por madeiramento. Também é possível realizar a cobertura com ripas, terças e caibros, na forma tradicional conforme a FIG. 17 (VECHIATO, 2017).

Figura 17 – Cobertura



Fonte: Vechiato (2017)

### **2.3.8 Instalações Elétricas e Hidráulicas**

Segundo Sodré (2021), o próximo passo na construção com o sistema *ICF*, consiste nas instalações elétricas e hidráulicas, e, assim como no sistema monolítico, a marcação dos locais onde irão passar as tubulações são realizadas com canetas coloridas. Porém, neste sistema construtivo, os cortes são realizados nas faces externas das formas EPS, de forma rápida e simples, com a utilização de uma ferramenta própria para a função, que conta com uma fita metálica aquecida e ajustável. E com isso o ajuste dos cortes permite a dispensa de enchimento, pois o eletroduto fixa-se ao rasgo executado como na FIG. 18.

Figura 18 – Fixação do eletroduto ao EPS



Fonte: Jesus (2018)

Segundo Manual Técnico ICF Construtora (2015), as tubulações hidrossanitárias são posicionadas nas faces das formas de EPS. No caso das

tubulações com diâmetro acima de 40 mm, uma parte de sua circunferência posiciona-se no interior da forma iForms (FIG. 19).

Figura 19 – Tubulações hidráulicas no EPS



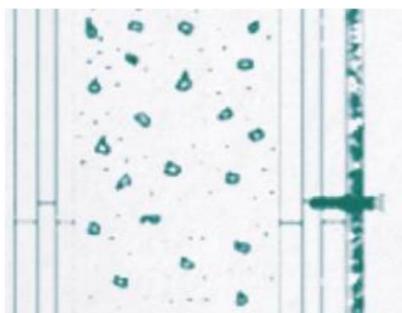
Fonte: iForms (2022)

### 2.3.9 Revestimento

Em seguida, após as instalações elétricas e hidráulicas, é realizada a fase de revestimento, podem ser os mais variados, entre eles: reboco convencional com argamassa, reboco com gesso, placas de gesso, revestimentos cerâmicos. As paredes são chapiscadas quando se utiliza o reboco convencional, pois o chapisco tem a função de aderência para o reboco. A espessura do reboco, adotado, de modo geral, é de 5mm a 20mm, como se trata de um sistema autoportante a parede adquire um aspecto nivelado, não havendo desperdícios de materiais (SODRÉ, 2021).

Antunes e Costa Junior (2021) complementam que a fixação de objetos nas paredes executadas no método construtivo, são realizadas por meio de buchas tipo FLY, para cargas de até 40 kg, gerando cargas somente no reboco (FIG. 20).

Figura 20: Modelo de fixação de bucha para carga até 40 kg.



Fonte: iForms (2021)

Para cargas acima de 40 kg, como a instalação de armários de cozinha, escadas, prateleiras e redes, recomenda-se o uso de uma bucha fixada diretamente no concreto (FIG.21).

Figura 21 – Modelo de fixação de bucha para cargas superiores a 40 kg



Fonte: iForms (2021)

## 2.4 Vantagens do Sistema Construtivo ICF

Segundo Antunes e Costa Junior (2021), obras que utilizam o sistema construtivo ICF oferecem benefícios construtivos, como agilidade na conclusão da construção, canteiro de obra mais organizado, redução de retrabalho de atividades, diminuição de entulhos, além de benefícios relacionados ao maior desempenho térmico e acústico da edificação; fatos que tornam o método de construção ICF com excelente custo-benefício, sendo atrativo para construtores, clientes, além de investidores que objetivam construções de rápida execução, eficientes e com longa vida útil.

Esse novo modelo de construção também atua como isolante acústico, com seu Índice de redução sonora ponderada ( $R_w$ ) representado por 35 dB e isolante térmico, com uma redução, por exemplo, de 35°C externos para 15°C internos, possibilitando a redução de consumo de energia ao utilizar sistemas de refrigeração artificial (ar-condicionado). (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021).

A composição do EPS utilizado nas formas é classificado como classe F, (antichamas) proporcionando maior segurança à moradia. Além deste, outros benefícios a serem destacados são: parede estrutural e estrutura de vedação sendo simultâneos; alívio de cargas de pilares e vigas; compatibilidade com os

sistemas de construção convencionais; agilidade e rapidez ao executar a obra; redução de cargas estruturais e no uso de madeiras para moldagem; redução significativa na produção de entulho e desperdício de matérias-primas; sem necessidade de mão de obra especializada e precisão ao fazer orçamentos (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021).

De acordo com Antunes e Costa Junior (2021), o custo para execução do sistema ICF é 34% mais elevado se comparado ao custo de execução do sistema convencional; não se levando em consideração variáveis como produtividade, tempo de execução de obra, desperdícios de materiais, desempenho térmico e conforto acústico, que também interferem diretamente na relação custo-benefício de uma construção.

Além disso, são enumeradas algumas vantagens referentes à redução de custos, como: menor tempo de trabalho, com maior controle sobre os trabalhadores, oferecendo uma redução nos custos com a mão de obra e seus encargos; diminuição da perda e/ou extravio do material para o canteiro de obra; retenção das diversas despesas que podem ocorrer com o prolongamento da obra. (ANTUNES e COSTA JUNIOR, 2021).

Sodré (2021) aponta que o *ICF* é um método construtivo viável tanto do ponto de vista de redução dos processos de execução, quanto do desempenho térmico da edificação. Além disso, em relação ao processo construtivo tradicional, o sistema ICF gera uma redução significativa de atividades que não agregam valor ao produto, podendo ser mais “enxuto”, o que é um fator interessante em projetos voltados para rapidez de execução, menos desperdício e maior racionalização.

O mesmo também ressalta que o uso do poliestireno expandido reduz o custo final da obra, além de reduzir os “leads times” (prazos de entrega), que se tornam mais eficientes e seguros pela facilidade de montagem da estrutura, no manuseio das placas e na fixação da tubulação. (SODRÉ, 2021).

Ainda segundo Sodré (2021), o sistema *ICF* reduz o custo de remoção de entulhos das obras em 98% em comparação com a construção convencional, em que ocorre desperdício de 35 a 40% dos materiais de trabalho.

O *EPS* que sobra de uma construção civil, pode ser reaproveitado parte da sobra, moendo e substituindo uma porcentagem no concreto leve, onde não são utilizadas peças estruturais. Incorporando o *EPS* à argila, facilita a

penetração da água ao solo, induzindo o adubo as raízes, podendo ser reaproveitado o EPS, para aeração do solo (BARBOSA e MORAES, 2019).

Identificam-se como vantagens do sistema ICF: rapidez de construção e instalação de luz e água, baixa demanda de mão de obra qualificada, e facilidade no transporte, sem necessidade de máquinas ou equipamentos para realização de carga e descarga. Devido ao baixo investimento e excelência da construção, a propriedade torna-se mais valiosa, alcançando a sustentabilidade, segurança e qualidade. Outra vantagem desse sistema é a menor transmitância térmica, pois a forma EPS evita a transferência de calor para o ambiente interno e assim o processo impacta positivamente, interferindo no consumo de energia (SODRÉ, 2021).

## **2.5 Desvantagens do Sistema Construtivo ICF**

Apesar de suas muitas vantagens, os processos construtivos com poliestireno expandido ainda requerem mais pesquisas para desenvolver e estabelecer critérios de avaliação de desempenho, o que exige um grande número de especialistas e experimentações, além desse sistema construtivo estar diretamente relacionado à cultura e economia local. Assim, a resistência à adaptação às novas tecnologias mostrou-se um obstáculo no desenvolvimento do sistema em algumas regiões (SODRÉ, 2021).

Segundo Antunes e Costa Junior (2021), uma das dificuldades em adotar o sistema construtivo *ICF* em uma construção, em diversas regiões do Brasil, seria a composição de matéria-prima essencial do sistema, para fabricação de formas de EPS. Com isso o custo do *ICF* em relação ao sistema convencional torna mais elevado, devido ao transporte das formas *EPS*.

De acordo com Beal e Sousa (2021), destacam ainda, por ser um método autoportante, podem ocorrer problemas como reformas. Sendo uma parede estrutural, sua retirada ou mudança, afeta toda a obra, não podendo mudar a estrutura. Com isso o sistema ICF possui limitações de construções de números de pavimentos, sendo recomendado em obras de porte maiores o uso da construção convencional de concreto armado.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema ICF consiste em um método construtivo de paredes autoportantes preenchidas em concreto armado, realizando tanto a função estrutural quanto a de vedação e fica evidente a sua rápida execução por ser um sistema de EPS onde as formas são padronizadas de fábrica. Já o tipo de fundação, cobertura e revestimento utilizados no método ICF são executadas de forma convencional.

Visto que mais da metade do número de resíduos sólidos em meio urbano são de responsabilidade do setor da construção civil, ao utilizar o método construtivo ICF, o material é 100% reciclável, a geração de entulho decai eficientemente, trazendo um dos principais pontos positivos na sustentabilidade.

Diante do exposto, verificou-se que o custo para execução do sistema ICF é mais elevado se comparado ao custo de execução do sistema convencional. Porém, não se levou em consideração variáveis como elevada produtividade, rapidez de execução de obra, redução de desperdício de materiais, excelente desempenho térmico e conforto acústico, que são características desse sistema, e que interferem na relação custo-benefício de uma construção.

Portanto, apesar de suas muitas vantagens, o sistema *ICF* é pouco expandido no mercado brasileiro, gerando dificuldades na implementação do método, com limitação de número de pavimentos, poucas fábricas do produto no país, reformas e remodelações em edificações são dificultadas, por ser um método estrutural. E com isso requer mais pesquisas, critérios, avaliações e em busca de processos que envolvam mais pontos positivos para contribuição na melhoria, trazendo uma boa alternativa para futuras construções.

Com base nos itens analisados, determinou-se que o sistema ICF é um método atrativo para construtores e clientes, além de investidores que buscam construções de rápida execução e eficiência com longa vida útil.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, David Adriano de Lima; COSTA JUNIOR, Júlio Cesar da. **Análise comparativa dos sistemas construtivos em alvenaria convencional e *Insulating Concrete Forms (ICF)***. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, (SC): 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR-6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2019.
- BARBOSA, M. F. MORAES, P. H. A. **Análise comparativa entre o uso do poliestireno expandido (EPS) e alvenaria e sua viabilidade econômica e ambiental no processo construtivo**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Faculdade Evangélica de Jaraguá, Jaraguá, 2019.
- BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Lajes de concreto**. Universidade Estadual Paulista UNESP, Bauru, São Paulo, Março/ 2015.
- BEAL, Diogo Ernesto; SOUSA, Mateus Padua. **A viabilidade do método construtivo insulated concrete forms na cidade de Pato Branco – PR**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.
- CARVALHO, Roberto Chust e PINHEIRO, Libânio Miranda. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. São Paulo: PINI 2009. Acesso em: 27 out. 2022.
- Catálogo de inovação na construção civil**. Brasília: Câmara Brasileira da Construção Civil, 2016.
- CRASTO, Renata C. Moraes de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: *light steel framing***. Ouro Preto: setembro, 2005.
- CUNHA, R. L.; SANTOS, L. C.; LEITE, P. C. **Estudo comparativo de custo entre fundações rasas - radier e sapata isolada com viga baldrame**. Joinville – SC, 02 de julho de 2021.
- DEUS, Larissa Karina Vaz de. **Tipos de fundações**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de Taubaté, Taubaté, São Paulo, 2020.
- FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CASTRO, Renata C. Moraes de. **Steel Framing**: Arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.
- IFORMS**. Produtos. Disponível em: <https://www.iforms.com.br/produtos> . Acesso em: 25 out. 2022.
- JESUS, Andressa Tainara Campelo de; MENNA BARRETO, Maria Fernanda Fávero. **Análise comparativa dos sistemas construtivos em alvenaria**

**convencional, alvenaria estrutural e moldes isolantes para concreto (Icf).** Brasília: E&S - Engineering and Science, vol. e 3, ed. 7, 2018, pp. 12-27.

DROPPA JÚNIOR, Alonso. **Análise estrutural de lajes formadas por elementos pré-moldados tipo vigota com armação treliçada.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

LOUREIRO, Giordano José. Projeto de lajes protendidas com cordoalhas engraxadas. **Anais...VI Simpósio EPUSP sobre Estruturas de Concreto,** Fortaleza-CE, abril / 2006.

**MANUAL ICF CONSTRUTORA INTELIGENTE.** Conheça o Sistema Construtivo ICF. Disponível em: <http://icfconstrutora.com.br/sistema-construtivo-icf/conheca-o-sistema>. Acesso em: 25 out. 2022.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto.** Porto Alegre: Bookman, 2013.

PRADO, Cláudio. **Déficit habitacional reflete a desigualdade do país.** 2021. Disponível em: <https://www.fundacao1demai.org.br/artigo/deficit-habitacional-reflete-a-desigualdade-do-pais/> Acesso em: 07 mai. 2022.

**Redução custos da obra.** 2021. Disponível em: <https://isocret.com.br/custos.html>. Acesso em: 10 set. 2022.

ROSA, Felipe Zeni da. **Métodos construtivos para condomínios residenciais horizontais de baixo custo** – estudo de caso em Lucas do Rio Verde – MT. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria (RS): 2015.

SANDIN. **Análise comparativa entre a utilização de lajes maciças simplesmente apoiadas, lajes maciças engastadas, e lajes pré-fabricadas nos edifícios de alvenaria estrutural com auxílio do software eberick next 2019.** Artigo apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia de Estruturas da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Juiz de Fora (MG): 2019.

SANTOS, Túlio César de Carvalho. **Sistema construtivo insulated concrete forms (ICF):** estudo de caso viabilidade técnica, econômica e sustentabilidade na construção civil. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020.

SODRÉ, Wyllyam Washington Borges. Comparativo entre o método ICFs (fôrmas isoladas de concreto) e alvenaria tradicional: revisão bibliográfica. São Paulo: **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 06, ed. 12, vol. 07, dez., 2021, pp. 86-108.

STHOU, Dima. **Como os novos materiais de construção priorizam a segurança humana e o bem-estar?** 2022. Disponível em:

<https://www.archdaily.com.br/br/986710/como-os-novos-materiais-de-construcao-priorizam-a-seguranca-humana-e-o-bem-estar> Acesso em: 10 set. 2022.

VECHIATO, Amanda Maria Veanholi. **Estudo de métodos construtivos inovadores com poliestireno expandido**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, 2017.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. **Fundações**. Rio de Janeiro: Oficina de textos, 2010.