



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

JOÃO VITOR BECK DE OLIVEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DE ICF E TIJOLOS CERÂMICOS A PARTIR
DAS PROPRIEDADES TÉRMICAS E ACÚSTICAS**

Tubarão

2021

JOÃO VITOR BECK DE OLIVEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DE ICF E TIJOLOS CERÂMICOS A PARTIR
DAS PROPRIEDADES TÉRMICAS E ACÚSTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ismael Medeiros.

Tubarão
2021

JOÃO VITOR BECK DE OLIVEIRA

**ANÁLISE COMPARATIVA DO USO DE ICF E TIJOLOS CERÂMICOS A PARTIR
DAS PROPRIEDADES TÉRMICAS E ACÚSTICAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 29 de novembro de 2021.

Professor e orientador Ismael Medeiros
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Mauricio Alberto Büchele Motta
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Walter Oliver Alves
Universidade do Sul de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado a oportunidade de realização do curso de Engenharia Civil, assim como me capacitar a chegar até esta etapa.

Agradeço aos meus familiares, em especial a meus pais, José Ricardo de Oliveira e Edilene Beatriz Beck de Oliveira, minha esposa, Lettycia Cristina Batista de Oliveira e ao meu irmão, Lucas Ricardo Beck de Oliveira, que sempre prestaram total apoio em tudo que precisei para chegar até esta etapa, fazendo tudo que é de seus alcances para que o tão esperado sonho seja realizado.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Ismael Medeiros, que sempre esteve presente e disposto a prestar todo o tipo de auxílio, sanar dúvidas, e a transmitir todo o seu conhecimento na área.

Por fim agradeço a todos os colegas e professores de sala de aula que em algum momento foram ajudadores para que este trabalho acontecesse.

“A persistência é o caminho do êxito.” (CHARLES CHAPLIN).

RESUMO

Com o decorrer de cada ano o ser humano tem um avanço em seu conhecimento, cada vez mais são descobertas novas tecnologias que melhoram e facilitam o trabalho das pessoas. O método construtivo ICF, embora no Brasil é pouco citado, em outros países já se tem grande utilização, por ter como matéria prima principal o EPS, ele tem demonstrado bom desempenho no quesito conforto nas obras utilizadas.

Para que a edificação proporcione ao usuário um bom conforto, seja ele térmico ou acústico, necessita de materiais que possuem baixa condutividade térmica e tenham uma baixa transmissão sonora. Como no estado de Santa Catarina apresenta uma grande variação de temperatura, é necessário de obras com maior tecnologia para que proporcione aos moradores um melhor conforto térmico.

O estudo tem como intuito apresentar o método ICF para o uso em Santa Catarina, através de análises comparativas com o método construtivo de tijolo cerâmico, comparando o conforto térmico e acústico, custo e produtividade. Tendo com referência para as análises estudos bibliográficos.

Nas análises comparativas em grande maioria o método construtivo ICF se fez melhor por conta das características físico-químicas dos materiais utilizados em sua construção.

Palavras-chave: ICF. Métodos construtivos. Tijolo cerâmico. Análise comparativa.

ABSTRACT

With the course of each year, human beings have an advance in their knowledge, new technologies are increasingly discovered that improve and facilitate people's work. The ICF constructive method, although in Brazil it is rarely mentioned, in other countries it is already widely used, as it has EPS as its main raw material, it has shown good performance in terms of comfort in the works used.

For the building to provide the user with good comfort, whether thermal or acoustic, it needs materials that have low thermal conductivity and low sound transmission. As the state of Santa Catarina has a large temperature variation, it is necessary to work with more technology to provide residents with better thermal comfort.

The study aims to present the ICF method for use in Santa Catarina, through comparative analyzes with the ceramic brick construction method, comparing thermal and acoustic comfort, cost and productivity. Referring to bibliographic studies for the analyses.

In comparative analyses, the vast majority of the ICF constructive method was better due to the physicochemical characteristics of the materials used in its construction.

Keywords: ICF. Constructive methods. Ceramic brick. Comparative analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Forma de parede estrutural.....	17
Figura 2: Forma de canto de parede estrutural	17
Figura 3: Sistema ICF.....	18
Figura 4: Instalação de eletrodutos em paredes ICF	18
Figura 5: Fluxograma do processo de fabrico do tijolo cerâmico	20
Figura 6: Tijolo cerâmico	20
Figura 7: Fôrma ICF estrutural.....	22
Figura 8: Fôrma ICF vedação.....	22
Figura 9: Sede do grupo ICF – construtora inteligente, localizado em Sinop - MT	27
Figura 10: Igreja Nossa Senhora do Caravaggio, localizada em Rio Claro - SP	27
Figura 11: Piscina executada com o método construtivo ICF	27
Figura 12: Fluxograma da metodologia do trabalho	30
Figura 13: Processo de construção dos protótipos.....	32
Figura 14: Protótipos finalizados.....	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Temperaturas máxima, mínima e média no de correr dos 15 dias	33
Gráfico 2: Média das temperaturas em cada período do dia	34
Gráfico 3: Temperaturas obtidas na coleta	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, entre ambientes.....	23
Tabela 2 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa ao dormitório	24
Tabela 3: Comparativo de transmissão sonora.....	36
Tabela 4: Distribuição de áreas	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	PROBLEMÁTICA	13
1.3	OBJETIVOS	14
1.3.1	Objetivo geral	14
1.3.2	Objetivo específico.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	CONCEITOS GERAIS DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS ICF E TIJOLO CERÂMICO	15
2.1.1	Origem do método construtivo Insulating Concrete Forms (ICF).....	15
2.1.2	O método construtivo ICF.....	16
2.1.3	Origem método construtivo com Tijolo Cerâmico.....	18
2.1.4	O método construtivo com tijolos cerâmicos	21
2.2	COMPOSIÇÃO, ESTRUTURAS DOS MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES NO MÉTODO CONSTRUTIVO ICF.....	21
2.2.1	Composição	21
2.2.2	Estrutura	21
2.2.3	Propriedades	23
2.2.3.1	Isolamento térmico	23
2.2.3.2	Isolamento acústico	23
2.2.3.3	Resistência mecânica.....	25
2.2.3.4	Impermeabilização das fôrmas	25
2.2.3.5	Leveza das fôrmas	26
2.3	UTILIZAÇÃO DO MÉTODO ICF	26
2.4	VANTAGENS E DESVANTAGENS EM RELAÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL	28
3	MÉTODOLOGIA.....	30
4	COMPARATIVOS	32
4.1	ANÁLISE COMPARATIVA DE CONFORTO TÉRMICO	32
4.1.1	Análise 1	32
4.1.2	Análise 2	35
4.2	ANÁLISE COMPARATIVA DE CONFORTO ACÚSTICO	36

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTIVIDADE	36
4.4 ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS	37
4.5 ANÁLISE CLIMÁTICA DE SANTA CATARINA	38
5 CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A atividade voltada à construção civil é uma das atividades mais antigas no mundo, pois desde os tempos antigos o homem apresenta a necessidade de aplicar suas habilidades para planejar e construir, com o simples propósito de proteção para si e os seus. Tal necessidade, remonta aos tempos em que o homem deixou de ser nômade, e passou a gerir suas próprias condições de sobrevivências. Com o decorrer dos anos surgem novas necessidades, influenciando à criação de novas tecnologias, sejam elas para obter melhores resultados, reduzir custos, aumento de produtividade, adaptação à mudança de hábitos da população e até a diminuição dos impactos à natureza. (LUEBLE, 2004)

Um dos materiais mais utilizados para vedação é o tijolo cerâmico, apesar de ser um método demorado pois é colocado bloco em cima de bloco, onde o trabalhador que realiza a atividade leva um tempo considerável para realizá-la. É também um dos maiores causadores de entulhos na obra, segundo TESSARO, SÁ E SCREMIN (2012) cerca de 31% dos resíduos gerados por uma obra em Rio Grande do Sul são de materiais cerâmicos, apesar de ser um material que serve para vedação térmica, acústica, e intempéries ele não consegue ser extremamente eficaz em todas as vedações necessárias. Desde então, alguns materiais são estudados para fazer a substituição do tijolo cerâmico, o mesmo deve apresentar melhores resultados em suas propriedades de vedações, que tenha um custo/benefício semelhante ao do bloco cerâmico e que seja mais eficiente em seu método construtivo.

Em pleno século XXI, ao procurar um substituto para um material temos que analisar os benefícios e malefícios que este novo material irá causar ao meio ambiente, pois, apesar de a construção civil ser um dos fatores que mais influenciam no PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil, segundo Dias (2004 apud Leite e Neto, 2014), “estima-se que 50% dos recursos materiais extraídos da natureza estão relacionados à atividade de construção civil”. Portanto a construção civil é um dos principais influenciadores nos danos causados ao meio ambiente.

Existe um sistema pouco utilizado no Brasil, denominado Insulating Concrete Forms (ICF), que traduzindo para o Português temos Formas Isolantes para o Concreto. Tal sistema incorpora fôrmas feitas de poliestireno expandido (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 estrutura. (DE JESUS, BARRETO, 2018). Este sistema por conter as formas em EPS com suas características termoacústica pode-se tornar muito eficiente nas vedações já citadas, apesar disso, ele pode ser capaz de diminuir a quantidade de sujeira no canteiro de obra, diminuindo ainda a quantidade de entulho produzido.

Segundo o que diz De Souza e De Assis (2014), “a espuma de poliestireno expandido é um material considerado ecologicamente correto, pois ele não contamina o solo, a água e o ar, além do mais pode ser reciclável e reaproveitado, voltando à condição de matéria prima”, nota-se que o EPS tem um bom relacionamento com o meio ambiente, por conta de ser 100% reciclável, o material que sobrar poderá ser reutilizado em parte da obra ou reciclado.

1.1 JUSTIFICATIVA

O método construtivo em formas ICF já é uma metodologia muito utilizada em outros países, sendo ainda, pouco utilizada no Brasil, já que o material confeccionado em EPS proporciona inúmeras vantagens à obra, como um maior conforto térmico e acústico, melhor impermeabilização, fácil reciclagem, por ser um material leve pode proporcionar maior produtividade.

Por conta de ser um método pouco conhecido, poucos estudos são encontrados sobre este método, como o material se comporta, como suas vantagens ajudam na obra, quais os setores o material pode ser mais eficiente, com tudo isso dificulta sua entrada no mercado brasileiro.

O ICF é muito utilizado em países que apresentam temperaturas mais baixas devido ao seu isolamento térmico muito bom. O sistema ajuda muito para manter o local aquecido. No Brasil, apesar de o clima ser tropical, encontra-se uma grande diferença de temperaturas em cada uma das regiões brasileiras, no Nordeste por exemplo, tem uma temperatura média anual consideravelmente maior que a região Sul, não impedindo de ser um material eficaz para os brasileiros, pois o método se torna eficaz em ambas as situações.

Em temperaturas mais elevadas a população recorre à utilização de ar-condicionado e ventiladores, já em temperaturas baixas que são bem frequentes no inverno no Sul do Brasil os usuários recorrem à utilização de aquecedores, fazendo com que o consumo de energia se eleve, conseqüentemente como método ICF pode-se obter um menor consumo de energia e um melhor conforto ao usuário.

1.2 PROBLEMÁTICA

Atualmente, diferentes metodologias e sistemas construtivos competem com o sistema "tradicional" construtivo utilizado no Brasil. Um exemplo clássico, pode ser atrelado ao uso de tijolos cerâmicos para vedação e suas características, tais como isolamento térmico e acústico. Em verdade, os tijolos cerâmicos, em função das características físico-químicas de sua

composição, não apresentam boas respostas ao quantitativo de isolamento térmico e acústico. Já o método construtivo ICF, por conta das características físico-químicas de sua matéria prima, tem grande potencial em relação ao isolamento termoacústico, fazendo dele um forte concorrente à substituto do tijolo cerâmico.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Apresentar o método construtivo ICF e analisar os parâmetros técnicos relativos a vedações térmica e acústica comparando ao sistema construtivo de alvenaria “tradicional” no Brasil, o tijolo cerâmico.

1.3.2 Objetivo específico

- ✓ Descrever o método construtivo ICF.
- ✓ Comparar as resistências de vedações térmica e acústica dos métodos construtivos ICF e tijolo cerâmico a partir de comparações diretas.
- ✓ Determinar o quanto estes resultados impactam em uma obra do ponto de vista de produtividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITOS GERAIS DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS ICF E TIJOLO CERÂMICO

2.1.1 Origem do método construtivo Insulating Concrete Forms (ICF)

Apesar de ser novidade para muitos, o sistema construtivo ICF obteve sua primeira patente em 1966 no Canadá e em 1968 nos EUA afirmou Wener Gregori em uma entrevista dada à revista *ICF Builder magazine*.

“WG: Naquela época, [em meados da década de 1960], eu trabalhava como empreiteiro geral, construindo apartamentos [no sul de Ontário].

No verão de 1965, eu estava de férias no norte do Parque Algonquian. Tínhamos um daqueles resfriadores de espuma de plástico para manter a bebida gelada. Quando vi crianças na praia brincando com a areia, percebi que, se blocos de concreto pudessem ser formados com aquela espuma de plástico, muitos custos de construção e horas de trabalho poderiam ser eliminados.” Em um ano, ele converteu sua epifania do refrigerador de espuma na primeira ICF. Chamado de “Formulário de Espuma”, cada bloco media 16 polegadas de altura por 48 polegadas de comprimento com um encaixe macho e fêmea, laços de metal e um núcleo de grade de waffle. O design permaneceu praticamente inalterado pelos 15 anos seguintes. A patente foi oficialmente apresentada no Canadá em 22 de março de 1966, e o pedido de patente nos EUA concedido em 24 de outubro de 1968.” (ICF Builder Magazine, 2011)

Um dos maiores empecilhos encontrados por Wener Gregori foi comprovar aos contratantes de que o método era eficaz e seguro, eles não queriam mudar o método que estavam acostumados a construir, outro obstáculo foi que o método desenvolvido era muito desaceito por seguradoras e nos códigos de incêndio da época, o que fez o sistema ganhar mercado foi a sua facilidade de construção. (ICF Builder Magazine, 2011)

Este método construtivo chegou no Brasil em 1998, oriundo dos Estado Unidos da América, objetivando melhor avanço na concepção construtiva em concreto à época. O sistema foi avaliado pelo IPT-SP (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) e pela Unicamp (Universidade de Campinas) com intuito de promover um salto na qualidade nas inovações do setor de construção civil do país. (Isocret do Brasil apud BASTOS JUNIOR, 2018).

Atualmente as fôrmas são fabricadas de acordo com as ISO 9002 e as normas da ASTM (Sociedade Americana para Testes e Materiais) e da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Tendo seus resultados comprovados em testes que são realizados pelo IPT-SP, o método construtivo também deve ser realizado conforme a ABNT NBR 16055 que fala sobre paredes de concreto moldada no local.

2.1.2 O método construtivo ICF

O método construtivo ICF tem como foco uma obra limpa, organizada, fácil de executar e rápida. Consiste em um sistema construtivo de paredes de concreto monolítico que utiliza de fôrmas de EPS de alta densidade com encaixes macho e fêmea, elas têm seu interior sem preenchimento onde serão alocados a ferragem e o concreto, formando uma espécie de cofragem não recuperável, as fôrmas são alocadas lado a lado e em seguida uma sobre a outra formando paredes de EPS, que posteriormente serão colocados a ferragem e o concreto, tornando-as estruturais. (ICF Builder Magazine, 2011, apud BASTOS JUNIOR 2018)

Este método de construção admite qualquer tipo de fundação, mas deve ser dada prioridade para fundações do tipo sapata corrida ou radier, pois essas fundações facilitam a marcação dos perímetros de paredes e ajudam na orientação das fôrmas. Em qualquer das fundações devem ser deixadas esperas de aço CA-50, com bitola determinada em cálculo, a partir da fundação, no comprimento de 60 cm que direcionará a primeira fiada de fôrmas. (ICF CONSTRUTORA apud DE JESUS e BARRETO, 2018)

No momento da concretagem as formas proporcionam ao concreto um ambiente ideal para sua cura, mantendo sua hidratação durante o tempo necessário tornando-o ainda mais resistente.

Por conta de as formas não serem recuperáveis torna o sistema com um bom isolamento acústico e térmico, também proporcionando paredes sem infiltração, mofo ou outros tipos de patologias referente à percolação de água do solo à parede.

As instalações elétricas e hidráulicas, podem ser feitas logo após sua concretagem, são feitos cortes nas fôrmas com o auxílio de uma ferramenta cortante ou faca quente realizado pelo próprio electricista ou encanador, como demonstrado na Figura 4.

As paredes são chapiscadas com argamassa mista de cimento, areia média lavada e aditivo e rebocadas com massa única em argamassa mista de cimento, areia média lavada, aditivos e microfibras. (DE JESUS e BARRETO, 2018)

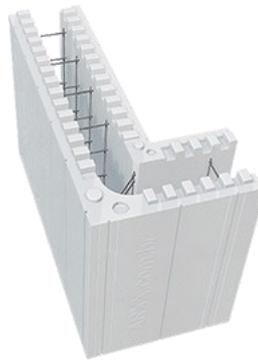
A Figura 1 e a Figura 2 são exemplos de formas do método ICF fabricadas e a Figura 3 demonstra como funciona o sistema construtivo ICF.

Figura 1: Forma de parede estrutural



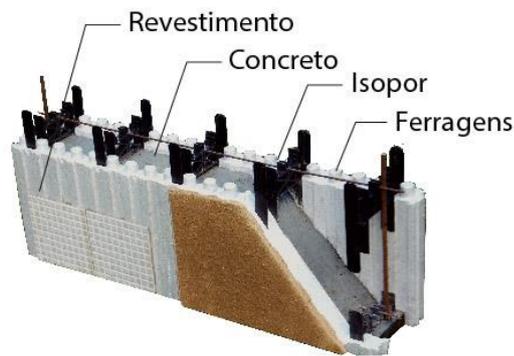
Fonte: ARXX (s.d)

Figura 2: Forma de canto de parede estrutural



Fonte: ARXX (s.d)

Figura 3: Sistema ICF



Fonte: FastHouse.Eco (s.d.); apud De Jesus; Barreto

Figura 4: Instalação de eletrodutos em paredes ICF



Fonte:Fase (s.d)

2.1.3 Origem método construtivo com Tijolo Cerâmico

A argila é um material que é utilizado nas atividades de construção civil a milhares de anos, contudo não se sabe ao certo quando foi a utilização do primeiro tijolo cerâmico. Por ser um material muito comum e fácil de ser encontrado a argila foi e é muito utilizada até hoje, principalmente nas obras de construção civil. Segundo Bellingieri, 2003 apud SILVA, 2009, existem indícios de atividade cerâmica em quase todos os povos da antiguidade. Os gregos, por muitos séculos, produziram as melhores peças de cerâmica do mundo Mediterrâneo.

O tijolo cerâmico de furação horizontal, representado na Figura 6, surgiu no século XIX, no início da revolução industrial, sua matéria-prima é basicamente a argila, é utilizado um tipo de argila mais plástica e outra que seja menos plástica. A produção do tijolo cerâmico pode ser

dividida em 6 etapas: pré preparação, preparação conformação, secagem, cosedura e embalagem (Figura 5). (APICER, 2009)

A etapa inicial, que é a de pré-preparação, é onde os montes de argilas são cortados verticalmente, coletando tanto a argila gorda quanto a magra e o barro é preparado em laminadores, este material coletado passa por dois cilindros metálicos em rotação com intuito de destruir os torrões e diminuir a granulometria da matéria-prima, após a finalização desta etapa o produto se torna uma espécie de pasta. (APICER, 2009)

Na fase de preparação consiste numa segunda laminagem da pasta, e em seguida é feito sua amassadura com água, para garantir condições homogêneas de umidade e plasticidade do material. (APICER, 2009)

No terceiro estágio da produção, o estágio de conformação, o material proveniente da segunda fase entra em feiras que são máquinas que realizam a pesagem da pasta com o auxílio de uma forma negativa do tijolo, este processo a pasta pode estar sujeito à vácuo, com intenção de tirar todo o ar presente em seu interior e proporcionar as melhores propriedades do material. Após a dosagem o material é cortado de acordo com a dimensão pretendida e alocado em estantes. (APICER, 2009)

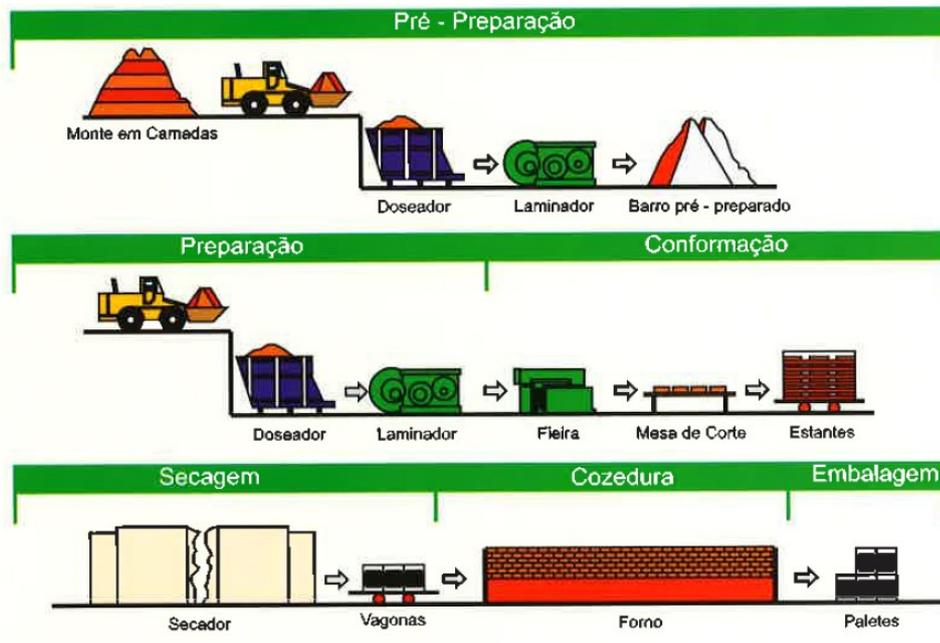
Em seguida que o tijolo cerâmico, já formado na fase anterior, o processo se dá continuidade para a sua secagem, que acontece em câmaras que sua temperatura oscila entre 30°C e 70°C. Esta operação deve ser bem controlada, pois é muito delicada, se feita corretamente deve minimizar as fissuras que poderiam ocorrer. O tempo de secagem leva em torno de 16 horas. (APICER, 2009)

Logo após a secagem o tijolo é cozido em fornos onde suas temperaturas oscilam entre 800°C e 1000°C. Este processo pode levar cerca de 24 horas. O controle correto desta etapa é fundamental para a obter um produto de qualidade no final. (APICER, 2009)

Por último os tijolos já cozidos geralmente são alocados em paletes de madeira e protegido com plástico filme, pronto para ser comercializado. (APICER, 2009)

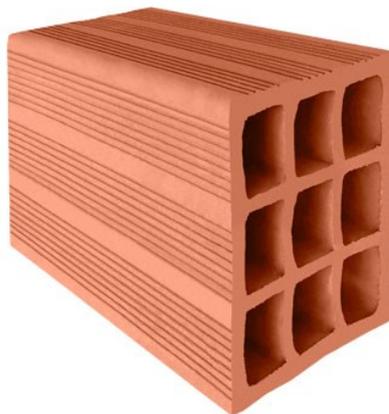
No mercado atualmente se encontra vários modelos de tijolos cerâmicos, podendo ser maciços ou furados, sendo que o furado existe uma grande variedade de tamanhos e formatos, sendo o ele o mais utilizado para alvenaria de tijolos.

Figura 5: Fluxograma do processo de fabrico do tijolo cerâmico



Fonte:APICER (2009)

Figura 6: Tijolo cerâmico



Fonte: Cerâmica Orlandin (s.d)

2.1.4 O método construtivo com tijolos cerâmicos

Este método constitui-se de alocar tijolos cerâmicos lado a lado, e posteriormente um sobre o outro, colando um ao outro com argamassa, formando paredes de tijolos cerâmicos. Este método se faz necessário a incrementação de pilares e vigas, pois ele não exerce nenhuma ação estrutural na construção.

Pelo fato de o tijolo cerâmico ser construído de argila, ele também dá ao usuário as vedações necessárias em relação à termoacústica, por tanto sua base em que terá contato com o solo deve ser impermeabilizado pois ele tem uma percolação de água muito fácil, fazendo com que patologias referentes à percolação de água do solo na parede sejam frequentes.

2.2 COMPOSIÇÃO, ESTRUTURAS DOS MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES NO MÉTODO CONSTRUTIVO ICF

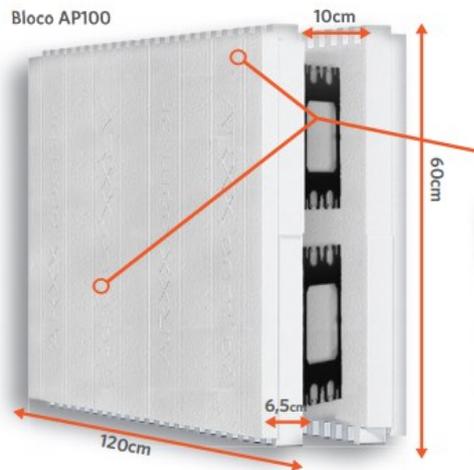
2.2.1 Composição

Este método tem como matéria-prima o EPS, que é matéria-prima para inúmeros produtos, como por exemplo embalagens industriais, decoração, artigos de consumo, proteção de objetos frágeis e a construção civil. O poliestireno expandido é composto por 98% de ar e 2% de matéria prima, com o decorrer dos anos este material ganha ainda mais campo de atuação. Na construção civil tem conquistado bastante espaço, pois o material possui características isolantes muito boas, por ser um material leve tornando fácil de se manusear e diminuindo a carga sobreposta na estrutura, resistente e seu baixo custo. (MUNARO, 2018)

2.2.2 Estrutura

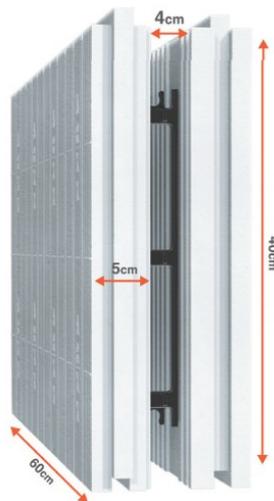
O tamanho do material pode variar de qual será sua função, as formas de vedações (não faz função estrutural) medem 60 cm x 40 cm x 14 cm (L x h x l), como mostra a figura 7, sendo sua espessura composta de 5 cm de EPS, 4 cm de concreto e mais 5 cm de EPS, totalizando os 14 cm de espessura. Já as formas que exercem função estrutural medem 120 cm x 60 cm x 23 cm (L x h x l), como mostra a figura 8, sendo sua espessura 6,5 cm de EPS, 10 cm de concreto e mais 6,5 cm de EPS. Ambos os modelos contêm um espaçador no local onde será alocado o concreto (ARXX, 2019)

Figura 7: Fôrma ICF estrutural



Fonte:ARXX (s.d)

Figura 8: Fôrma ICF vedação



Fonte:ARXX (s.d)

Alguns fabricantes produzem a peça com sua parte externa rugosa, com intuito de eliminar a etapa de chapiscar a parede, mesmo com sua parte externa rugosa é recomendado fazer testes de arrancamento do reboco ou outro tipo de acabamento que será feito, para concluir se a rugosidade da peça é suficiente para o que será exigido dela.

2.2.3 Propriedades

2.2.3.1 Isolamento térmico

Podendo dizer que está entre as propriedades mais importante do material, que é sua capacidade de resistir a passagem de calor.

“Isto se deve a sua estrutura celular, que é constituída por milhões de células fechadas com diâmetro de alguns décimos de milímetros e com paredes de 1mm. Esta espuma é composta de aproximadamente 2% de poliestireno e 98% de ar. Assim o fator decisivo para a boa capacidade de isolamento térmico é o de manter, permanentemente, uma grande quantidade de ar, quase imóvel, dentro das células. (SANTOS, p.10, 2008)

Pelo motivo de 98% da composição do EPS ser de ar o material é um excelente isolante térmico, tendo seu Coeficiente de Condutibilidade Térmica (CCT) de 0,04 [W/(m.K)] que muito menor quando comparado ao tijolo cerâmico que apresenta um CCT de 0,72 [W/(m.K)] e à dezenas de outros materiais utilizados nas construções, ou seja, o sistema desenvolvido em EPS deve agregar um melhor conforto térmico à obra.

2.2.3.2 Isolamento acústico

O isolamento acústico é importante para todos os tipos de obras, sejam elas com finalidade comercial ou residencial. Que resumindo, indústria não quer propagar incomodo a seus vizinhos e moradores desejam que o mínimo de sons externos ultrapasse as paredes de sua residência.

A NBR 15.575/2013 determina um desempenho mínimo de diferença padronizada de nível ponderada para o SVVI (sistema de vedação vertical interna) e para vedações externas conforme a Tabela 1 e Tabela 2.

Tabela 1 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, entre ambientes

Elemento	$D_{nT,w}$ [Db]
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de germinação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	≥ 40

Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório	≥ 45
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos	≥ 40
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual como corredores e escadaria dos pavimentos	≥ 30
Parede cega entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	≥ 45
Conjunto de paredes e portas de unidades distintas separadas pelo hall ($D_{nT,w}$ obtida entre as unidades).	≥ 40

Fonte: ABNT NBR 15.575-4.2013

Tabela 2 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa ao dormitório

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [Db]
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30

Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas.

Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos

Fonte: ABNT NBR 15.575-4.2013

Segundo Sampaio, et al (2018) e Berlofa (2009) apud Salomão et al (2019), “dentre suas vantagens é possível citar a eficiência como isolante acústico e térmico quando utilizado em paredes e lajes, ele também atua promovendo maior leveza as estruturas quando agregado ao concreto de lajes”.

2.2.3.3 Resistência mecânica

Esta é uma das propriedades que gera mais insegurança às pessoas, pois veem o EPS como um material frágil.

“os valores da resistência estão relacionados principalmente com a massa volumétrica do EPS. De uma maneira geral, os valores aumentam de uma maneira linear com a massa volumétrica. Os valores da resistência estão relacionados principalmente com a massa volumétrica do EPS.

Na compressão, o EPS comporta-se de uma maneira elástica até a deformação atingir cerca de 2% da espessura da placa, nesta situação, uma vez retirada a força que provocava a deformação, a placa recupera a espessura original.” (SANTOS, 2008, p.11)

Portanto a estrutura do método construtivo ICF é composto por formas de EPS que são preenchidas com aço e concreto, as forças de tração e compressão que serão distribuídas na estrutura serão absorvidas pela estrutura formada dentro das fôrmas.

2.2.3.4 Impermeabilização das fôrmas

O EPS não é um material higroscópico. Quando é submerso em água ele absorve apenas uma pequena porção de água, como suas paredes celulares são impermeáveis à água ocorre a evaporação desta água retida com maior facilidade, o que significa que o poliestireno expandido seca com maior facilidade sem perder nenhuma de suas propriedades.

Esta propriedade é muito importante devido ao fato de a água deteriorar a capacidade de isolamento de um material isolante térmico. No caso do isopor, devido a sua fraca absorção de água, este mantém grande parte de sua capacidade de isolamento. Verifica-se uma redução do Coeficiente de Condutibilidade Térmica de 3 – 4 %, para cada 1% de volume de água absorvido. (SANTOS, p.10, 2008)

Sendo este um ponto principal para o EPS, sendo um material que absorve água em pouquíssima quantidade, isso influencia minimamente em suas outras propriedades, e após a água evaporar por completo o material não recebe nenhuma alteração em sua propriedade mecânica e não afeta em sua propriedade de isolamento térmico.

2.2.3.5 Leveza das fôrmas

O método construtivo de vedação “tradicional” atual exige muita força física do trabalhador, além de ser repetitivo pois são blocos pequenos de tijolos, têm um peso elevado quando se é visto a jornada de trabalho no dia. Segundo Oliveira (2017), “A Ergonomia é uma ciência que estuda a adequação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores e de todas as pessoas, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente, quer em seu ambiente de trabalho, quer em todas as suas atividades”. Portanto reconhecendo a definição de ergonomia compreende-se que deve ser desenvolvidos métodos construtivos que sejam que não exijam tanto da força física dos funcionários que serão designados a exercer a atividade, evitando problemas de saúde ao trabalhador e dando mais produtividade.

As fôrmas de ICF apresentam pouco peso por metro quadrado construído quando comparado ao método de tijolo cerâmico, por serem produzidas de EPS, que tem peso específico entre 10 e 25 kg/m³, trazendo ao trabalhador um maior conforto quando exercer a atividade.

2.3 UTILIZAÇÃO DO MÉTODO ICF

Apesar de ser um método trazido para o Brasil em 1998, porém o sistema ainda pouco utilizado no país pode ser utilizado em diversos modelos de obra. É um método que se adapta com facilidade aos modelos arquitetônicos atuais, isso por conta de suas formas serem fáceis de ser cortadas.

O sistema ICF no Brasil tem sido usado em diversos modelos de obras, desde construções de igrejas, empresas, casas, piscinas, sendo possível sua construção em mais de um pavimento, desde que seja feito os cálculos estruturais necessários. Alguns exemplos de construções realizadas com o método ICF estão nas Figuras 7, 8 e 9.

Figura 9: Sede do grupo ICF – construtora inteligente, localizado em Sinop - MT



Fonte: ICF construtora inteligente (s.d)

Figura 10: Igreja Nossa Senhora do Caravaggio, localizada em Rio Claro - SP



Fonte: Isocret do Brasil (s.d)

Figura 11: Piscina executada com o método construtivo ICF



Fonte: ICF construtora inteligente (s.d)

2.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS EM RELAÇÃO AO MÉTODO TRADICIONAL

De acordo com ICF Construtora Inteligente (2017) apud BASTOS JUNIOR (2018), com base nos resultados obtidos pelo IPT – SP em conjunto com a UNICAMP – SP o sistema apresenta muitos benefícios nas edificações, sendo eles:

- ✓ Atende as normas: NBR 6.118:2004 – Estruturas de Concreto Armado, NBR 16.055:2012 - parede de concreto e supera integralmente a NBR 15.575:2013 – desempenho das edificações habitacionais;
- ✓ Redução de 35°C externos para 15°C internos;
- ✓ Redução de até 2,4°C/w/m²
- ✓ Absorção de impacto para densidade 30Kg/m³ e de 2.400 CN.Cm/cm³;
- ✓ Índice de redução sonora ponderada (Rw) de 35dB;
- ✓ Possui índice de resistência à compressão da argamassa em (MPa – Mega Pascal) de 28dd = 9,2;
- ✓ As cargas de ruptura para ensaios de compressão excêntrica de paredes é de 314,9 KN/m;
- ✓ A composição do EPS utilizado nas formas é de classe F, além de anti-chamas, é 100% reciclável e não contém CFC;
- ✓ Parede estrutural e estrutura de vedação simultâneos;
- ✓ Alívio de cargas de pilares e vigas;
- ✓ Compatível com todos os sistemas de construção convencionais;
- ✓ Redução de cargas estruturais;
- ✓ Redução de uso de madeira para moldagem;
- ✓ Agilidade e rapidez na execução da obra;
- ✓ Economia de custos energéticos durante toda vida útil da edificação;
- ✓ Redução de consumo de energia com sistemas de refrigeração artificial (ar-condicionado);
- ✓ Isolante térmico e acústico;
- ✓ Sem necessidade de mão de obra especializada, pois já é padronizado de fábrica;
- ✓ Racionalização de custos totais de obra (precisão para orçamentos);

- ✓ Comprovação de informações em testes realizados junto ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT);
- ✓ Contribui com maior eficiência e certificação de construções ecologicamente corretas, incluindo: Referencial Casa GBC, LEED, PROCEL Edifica, CAIXA Selo Azul, AQUA;
- ✓ Redução significativa de produção de entulho, desperdícios de matérias primas (mais de 80%) e retrabalho;
- ✓ Material Hidrófugo – Resistente a: mofo, bolor, umidade de parede, cupim e infestação de insetos;

É notável a quantidade de benefícios que o sistema ICF entrega à obra, que muitos destes os resultados do sistema tradicional não chegam nem à valores aproximados, que é o caso do isolamento térmico, a resistência à humidade que evita a manifestações de mofos e bolores, redução do tempo da obra, redução de consumo de energia entre outros.

Independente de todos os benefícios proporcionados, assim como todos os métodos, o sistema construtivo ICF tem seus pontos negativos.

“Em todo caso, o sistema não é perfeito, e possui sim desvantagens. Sendo que a principal desvantagem está em alguns casos na distância em relação local de obra e fábrica, geralmente tendo a necessidade de um gasto a mais com variáveis decorrentes ao transporte. Bem como sendo um sistema autoportante, possuindo tal fator como uma vantagem, mas também se tornando uma desvantagem, pois caso não se siga os procedimentos corretos e ao concretar as paredes juntamente com tubulações hidráulicas ou conduítes das instalações elétricas, não terá acesso as mesmas.” (BASTOS JUNIOR, 2018, p.35)

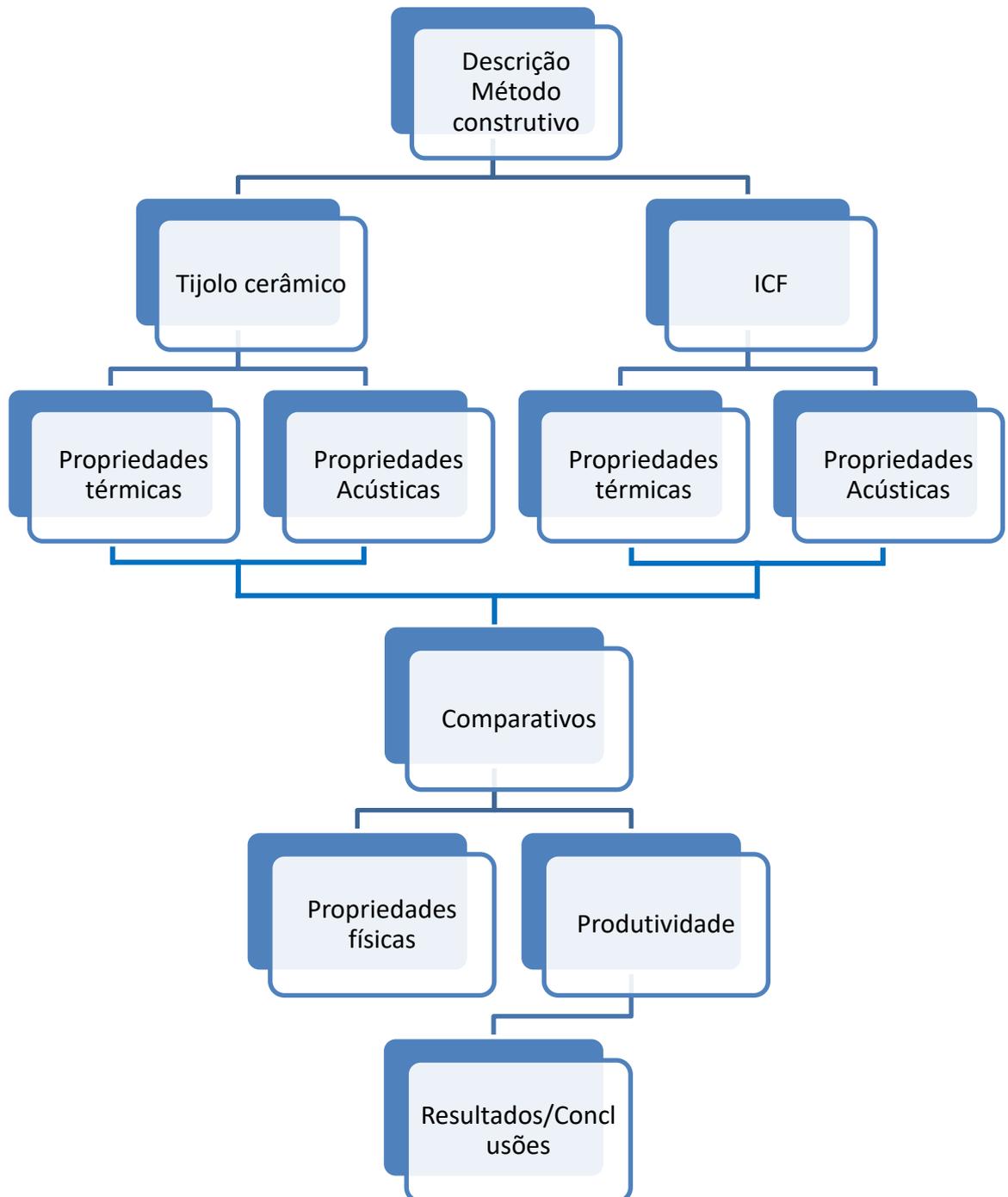
“Dentre as desvantagens desse sistema, pode-se citar a restrição quanto ao número de pavimentos e a limitação quanto à remodelação, como exemplo, a adição de uma porta ou janela exigirá o corte em paredes sólidas de concreto, procedimento de difícil execução.” (BLAIR, s.d., apud BARETTO e DE JESUS, 2018, p.14).

Contudo o sistema tem seus prós e contras, no Brasil ainda são poucas as fabricantes do material quando em comparação ao sistema construtivo tradicional, apesar de estar em fase de crescimento, o mercado de produção do material ainda é reduzido.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, será aplicado a metodologia de pesquisa quantitativa, a partir de comparações diretas entre as características dos materiais. O fluxograma da figura 12, sintetiza a metodologia proposta.

Figura 12: Fluxograma da metodologia do trabalho



Ao final através das comparações que serão realizadas, será possível constatar o quanto as características do material de cada método construtivo são influenciadores no resultado da construção.

4 COMPARATIVOS

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA DE CONFORTO TÉRMICO

4.1.1 Análise 1

Em experimento realizado em Teresina – PI, por LOPES, et al. (2021), onde para realizar a coleta dos dados foi implantado um sistema de Arduino (*hardware open source*) em 2 protótipos com volume de 1m^3 (figura 13 e 14), sendo um construído com o método construtivo convencional de tijolo cerâmico e outro com o método construtivo ICF, ambos rebocados e cobertos com telhas termoacústicas.

Para as formas de ICF, foram utilizadas da marca ARXX, da linha ARXX VEDA, por serem indicadas para alvenaria de vedação, assim como o tijolo cerâmico que não tem função estrutural na obra.

Figura 13: Processo de construção dos protótipos



Fonte: LOPES, et. al. (2021)

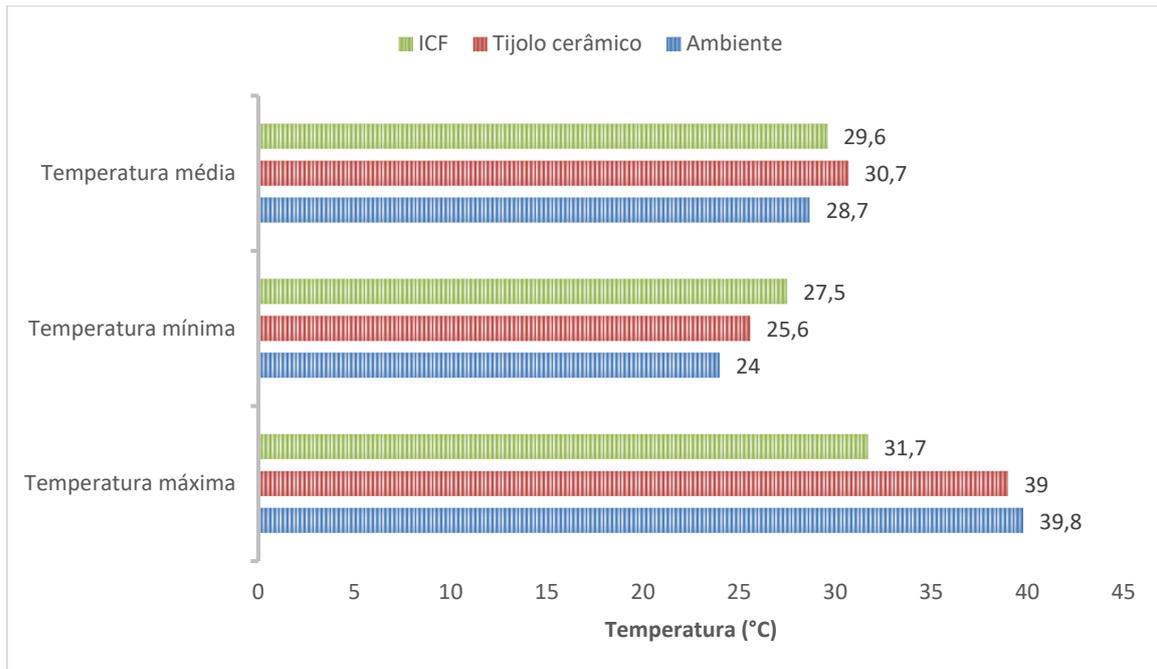
Figura 14: Protótipos finalizados



Fonte: LOPES, et. al. (2021)

Os autores decidiram realizar a coleta durante 15 dias, onde o sistema montado coletou as temperaturas do ambiente externo e do ambiente interno de cada protótipo. No final dos 15 dias dividiram os resultados em madrugada (00:00:00 às 05:59:59), manhã (06:00:00 às 11:59:59), tarde (12:00:00 às 17:59:59) e noite (18:00:00 às 23:59:59). (Gráfico 2)

Gráfico 1: Temperaturas máxima, mínima e média no de correr dos 15 dias

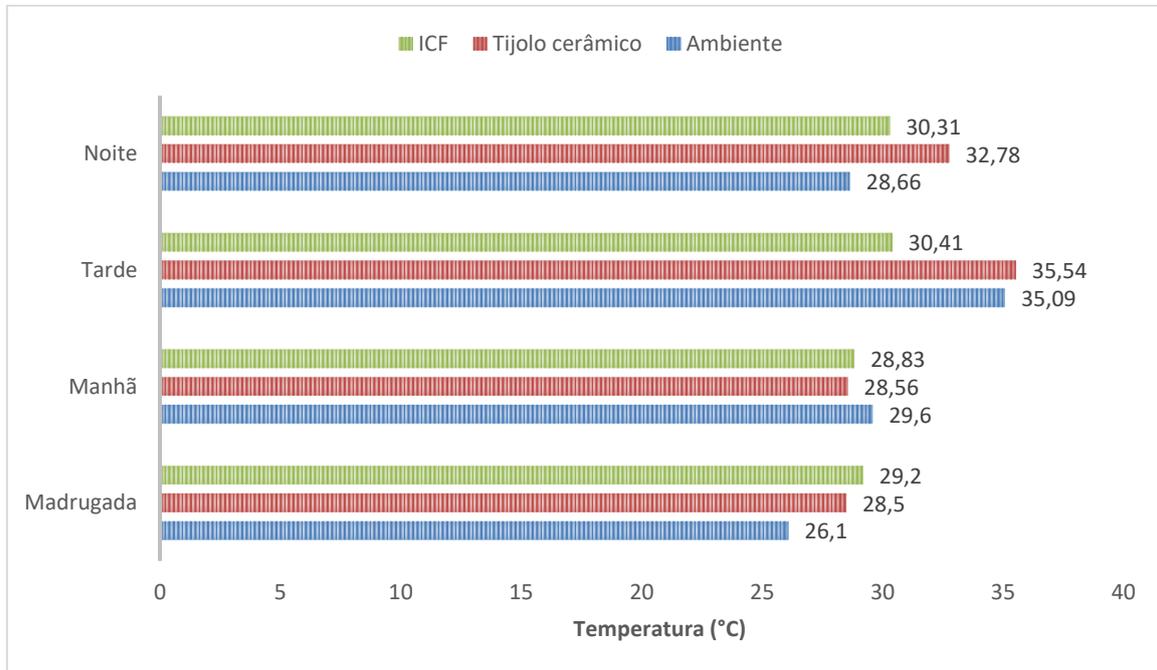


Fonte: LOPES, et. al. (2021), modificado por autor

Nota-se no Gráfico 1 que uma estrutura construída com o método construtivo ICF tem uma menor oscilação de temperado, o que transmite ao usuário um melhor conforto térmico em comparação ao método convencional. Quando a temperatura do ambiente máxima era de quase 39.8 °C, a temperatura interior da estrutura ICF se manteve em 31.7 °C, o que demonstra sua baixa transferência de calor do ambiente externo com o interno, o mesmo se repete com a mínima, que quando a temperatura externa atingiu 24 °C a temperatura do ambiente ICF se manteve em 27,5 °C. Já a estrutura de tijolo cerâmico em todas as situações apresentou pouca

diferença da temperatura do ambiente, demonstrando uma transferência de calor grande entre o ambiente externo com o interno.

Gráfico 2: Média das temperaturas em cada período do dia



Fonte: LOPES, et. al. (2021), modificado por autor

De acordo com os dados coletados pelos autores da pesquisa, na madrugada o método obteve uma média de temperatura mais agradável que o método ICF, sendo uma diferença de 0,7°C. No período da manhã o tijolo cerâmico ainda apresenta uma temperatura mais agradável, sendo ela quase igual à do ICF, com diferença de 0,27°C. Já no período da tarde a temperatura média do ambiente se eleva para 35,09 °C, o método de tijolo cerâmico ultrapassa a temperatura média do ambiente e o método ICF se mantém em 30,41, que se torna uma diferença relativamente grande de temperatura, ultrapassando 5°C de diferença. No período noturno o ICF ainda tem vantagem de aproximadamente 2°C em comparação com o Tijolo cerâmico.

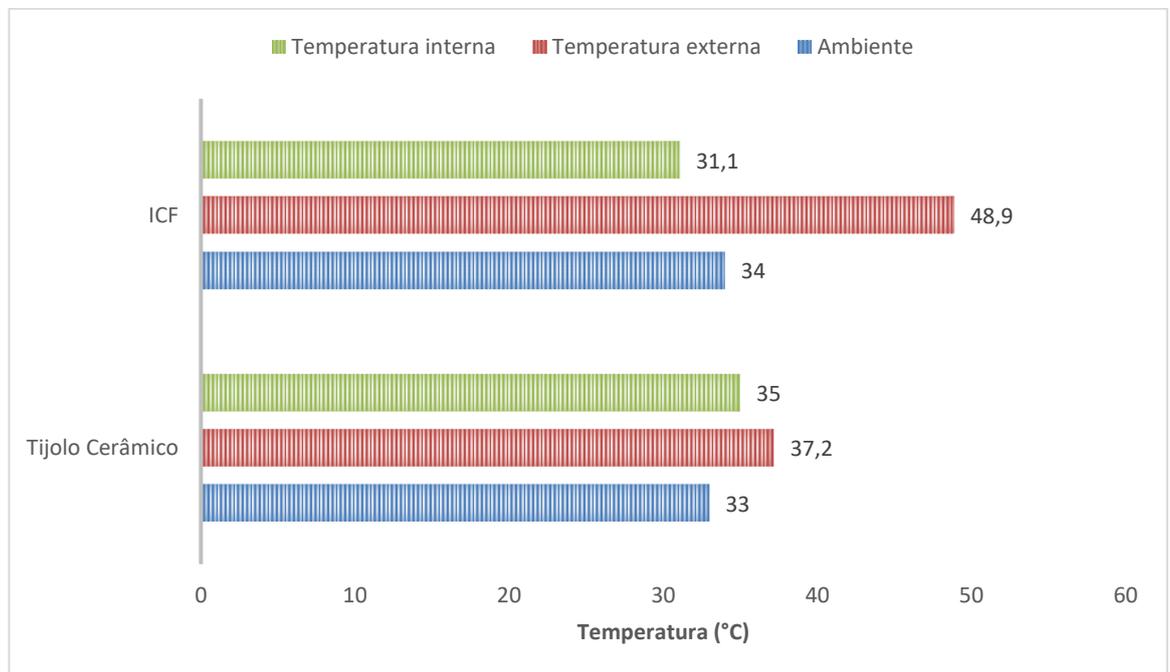
Logo entende-se que o método construtivo ICF quando comparado ao método construtivo tradicional, proporciona um melhor conforto térmico ao usuário do ambiente, pois nos momentos que o tijolo cerâmico apresentou temperaturas mais agradáveis, obteve pouca diferença do ICF, que quando o ICF apresentou temperaturas mais agradáveis, teve diferenças grandes com o tijolo cerâmico.

4.1.2 Análise 2

Realizado em Rondonópolis – MT, por MUNARO (2018), onde sua coleta de dados foi realizada através de medições *in loco* com um termômetro digital, que aferiu a temperatura de externa e interna de duas residências, uma construída com o método convencional de tijolo cerâmico e outra com o método ICF, possuindo uma distância de 6 Km em linha reta entre elas.

A residência construída pelo método construtivo ICF possui 55 m² e a realizada com o método tradicional trata-se de uma residência de 300 m², as coletas foram realizadas no dia 12 de outubro de 2018 e os resultados obtidos estão contido no Gráfico 3.

Gráfico 3: Temperaturas obtidas na coleta



Fonte: MURARO (2018), modificado por autor

Os dados coletados apresentam um melhor desempenho no quesito conforto térmico para o método construtivo ICF, que apresentou uma temperatura interna muito menor que a que apresentava no ambiente externo, cerca de 17,8 °C. Já a residência que utilizou o método construtivo de tijolo cerâmico apresentou uma redução de temperatura externa e interna, cerca de 2,2 °C. Quando comparados os métodos, o método construtivo ICF propõe um conforto térmico melhor à pessoa que irá residir.

4.2 ANÁLISE COMPARATIVA DE CONFORTO ACÚSTICO

Com base na Tabela 3, observa-se a superioridade de conforto acústico do método construtivo ICF sobre o método convencional. O método ICF conseguiu inibir 23 dB a mais que o tijolo cerâmico, obtendo um desempenho 55% melhor que seu concorrente de vedação. A tabela tem como desempenho mínimo o valor exigido na ABNT NBR 15.575-4.2013 para paredes de dormitórios.

Como demonstrou na tabela, o método convencional não atingiu o mínimo exigido na ABNT NBR 15.575-4.2013, sendo este método menos confortável, principalmente se o local em que a obra estiver contida, ter também indústrias, comércios noturnos ou qualquer outro tipo de local que propague ondas sonoras próximos, que irá gerar um maior desconforto ao dormir.

Tabela 3: Comparativo de transmissão sonora

SISTEMA	DESEMPENHO R _w (Db)	DESEMPENHO MÍNIMO (Db)	DIFERENÇA	VARIAÇÃO
MÉTODO ICF	65	45	-23	55%
MÉTODO CONVENCIONAL	42			

Fonte: SANTOS (2020)

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA DE PRODUTIVIDADE

Segundo Santos (2020), com base em dados fornecidos da empresa ARXX em 2017, o sistema ICF precisa de uma demanda de 0,38 Hh/m² de alvenaria de vedação realizado, já o método convencional se faz necessário 1,22 Hh/m².

“a RUP indica a relação entre a quantidade de homens-hora (Hh) necessários e a quantidade de serviço. Calculado pela razão entre entradas e saídas. O valor de entrada é representado pelo número de homens-hora demandados, multiplicando-os pelo período de tempo de dedicação ao serviço. Enquanto às saídas podem ser consideradas de maneira bruta ou líquida.” (SOUZA, 1996, apud SANTOS, 2020)

Percebe-se que o índice de produção do sistema ICF é muito maior, totalizando uma diferença maior de 220%, isto em uma obra é de grande importância, com consequência desta otimização do tempo de produção das paredes de vedações tem-se também uma redução nos

custos com mão de obra. Portanto chega-se à conclusão de que o método construtivo ICF é mais produtivo que o método construtivo convencional.

4.4 ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS

Segundo Santos (2020), que fez um levantamento de preços para a construção de uma residência com as áreas da tabela 4.

Tabela 4: Distribuição de áreas

Copa/ Cozinha	9,00 m ²
Sala	9,82 m ²
Quarto 01	9,50 m ²
Quarto 02	2,70 m ²
Banheiro	9,50 m ²
Circulação	2,00 m ²
Área construída	53,90 m ²
Área coberta	69,60 m ²
Área de piso	47,14 m ²

Fonte: SANTOS (2020)

Com essas áreas encontrou-se o orçamento para ambos os métodos construtivos já incluso os custos de mão de obra, e todos os processos construtivos da obra, inclusive forros, pintura, pisos e etc. Como resultado obteve-se para o método construtivo ICF o custo de R\$ 86.226,03 e para o método construtivo com tijolos cerâmicos o custo de R\$ 88.777,91. Neste caso se tornando mais viável o método construtivo ICF, com uma diferença de 2,874% no custo.

Em uma pesquisa realizada por Bastos Junior (2018), que fez o levantamento de custos de materiais com duas empresas que fornecem as formas de EPS para o método construtivo ICF, e encontrou na empresa 1 o custo de R\$ 64.558,75, empresa 2 o custo de R\$ 54.896,32 e para o método convencional o custo de R\$ 15.519,95. Sendo este não incluso a mão de obra.

Observa-se no primeiro caso apresentado que o sistema ICF tem um custo mais atraente quando incluso mão de obra, já o segundo caso apresentado demonstra o alto custo dos materiais do método ICF, que se torna um custo muito maior quando visto sem o custo de mão de obra. Isso ocorre por conta de o sistema ICF ter uma produtividade maior que a do método convencional. Sendo ele dependente da mão de obra para se tornar mais barato que o método tradicional.

Foi realizada busca com bases referenciais homologadas, como por exemplo SINAPI e SICROS, porém não foi encontrado dados relativos ao método construtivo ICF para fazer a análise comparativa com o método tradicional.

4.5 ANÁLISE CLIMÁTICA DE SANTA CATARINA

O estado de Santa Catarina, localizado na região Sul do Brasil, segundo a classificação de KÖPPEN (OMETO, 1981, apud PANDOLFO, et. al., 2002) o estado foi classificado como clima mesotérmico úmido (sem estação seca) – Cf, incluindo dois subtipos, Cfa e Cfb.

Cfa - Clima subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida;

Cfb - Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida. (OMETO, 1981, apud PANDOLFO, et. al., 2002)

O estado tem características climáticas bem definidas em cada estação, segundo Monteiro (2001), no verão apresenta uma intensidade de calor, associada aos altos índices de umidade, que favorecem a formação nuvens muito desenvolvidas que resultam em pancadas de chuvas, geralmente no período vespertino, apesar de nesta estação ocorrer um grande volume de chuvas, a quantidade de horas de insolação é pouco afetada, pois o predomínio é de nuvens isoladas. As regiões Oeste e Meio-Oeste são as que apresentam maior insolação, já a região Norte e Alto Vale, possuem um período menor de sol. Nesta estação apresenta temperaturas mínimas em torno dos 20°C e as máximas ultrapassam os 30°C.

No outono são comuns a ocorrência de bloqueios atmosféricos, impedindo as passagens de frentes sobre o estado. Neste período acontece uma estabilidade atmosférica persistente, por conta da falta das passagens frontais e ainda a diminuição da convecção proporcionada pelo calor da tarde, onde tem como resultado períodos de tempo bom e sem ocorrência de chuvas.

No inverno catarinense é caracterizado por tempo estável, com predomínio de céu claro e acentuado declínio de temperatura em todo o estado, favorecendo à formação de geadas, nevoeiro. A temperatura neste período pode ser menor que 0°C em algumas regiões, podendo acarretar em neve em diversas áreas da região.

Já a primavera proporciona tempo instável, tornando todo o estado de Santa Catarina vulnerável a pancadas de chuvas fortes com trovoadas e granizo.

Por ser um estado que tem bastante variedade de temperaturas, o método ICF pode se fazer eficaz para proporcionar um melhor conforto às edificações, por tem em sua matéria prima o EPS, e como apresentado na análise comparativa, o material apresenta um baixo índice de condutividade térmica, tornando um ambiente mais agradável.

5 CONCLUSÃO

Com o intuito de apresentar um novo método construtivo para alvenaria de vedações para a região de Santa Catarina, foi realizado uma análise comparativa dos métodos construtivos ICF e tijolo cerâmico (convencional). Apesar de haver poucos trabalhos realizados sobre o método construtivo ICF, resultado da baixa utilização no Brasil, as análises comparativas realizadas, oriundas de diferentes fontes, demonstram a potencialidade de uso do material em larga escala.

Através das análises realizadas, nota-se que o método construtivo ICF se fez superior na maioria dos comparativos, apresentou um melhor conforto térmico e acústico, seu coeficiente de produtividade demonstrou que o método ICF pode ser 220% mais produtivo que o método tradicional utilizado, e os custos com base nos dados levantados se tornam mais atraentes também.

Em face conclusiva, admite-se que o Estado de Santa Catarina apresenta grande potencial para uso método ICF, pois a região tem suas estações do ano bem definidas. Este sistema na qual comparado com o tradicional proporciona ao usuário um maior conforto térmico, sendo possível uma diminuição do uso de aparelhos do tipo ar-condicionado para estabilizar a temperatura do ambiente, provendo ao usuário reduções no custo de energia também.

Por fim conclui-se que o método construtivo ICF apresentou resultados muito satisfatórios, se tonando mais uma boa opção para alvenaria e vedações.

REFERÊNCIAS

APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica. Manual de Alvenaria de Tijolo. Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica de Construção, Coimbra, 2009.

ARXX, ARXX redefinindo construção, 2021. Página produtos. Disponível em: <<https://www.arxx.com.br/produtos/?g=2>>. Acesso em: 03 de junho de 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575: Edificações habitacionais — Desempenho**. Rio de Janeiro. 2013.

BASTOS JUNIOR, Achilles Pinheiro et al. **Análise de viabilidade econômica do método construtivo insulated concrete forms para construção de habitações**. Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

DE JESUS, Andressa Tainara Campelo; BARRETO, Maria Fernanda Fávero Menna. **Análise Comparativa dos Sistemas Construtivos em Alvenaria Convencional, Alvenaria Estrutural e Moldes Isolantes para Concreto (Icf)**. E&S Engineering and Science, v. 7, n. 3, p. 12-27, 2018.

DE SOUZA, Leandro Moreno; DE ASSIS, Cleber Decarli. **Placas para alvenaria de vedação com uso de espuma de poliestireno expandido (EPS)**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Matia, maio – agosto, 2014.

DOS SANTOS, Reginaldo Dias. **Construção Modular: Um Comparativo Entre O Método Insulated Concrete Forms (ICF) E O Método Convencional Em Bloco Cerâmico**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Julho de 2008.

FASE, FASE soluções construtivas em ICF, 2021. Página Galeria. Disponível em: <<https://faseicf.com.br>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

ICF BUILDER – THE INSULATING CONCRETE FORMS MAGAZINE. History of ICF's. Disponível em: <https://www.icfmag.com/2011/02/history-of-icfs/> . Acesso em: 03 de junho de 2021

ICF, ICF construtora inteligente, 2021. Página Nossas Obras. Disponível em: <<https://icfconstrutora.com.br/>>. Acesso em: 16 de novembro de 2021.

ISOCRER, Isocret do Brasil, 2021. Página Fotos e Vídeos. Disponível em: <<https://isocret.com.br/fotos-videos.html>>. Acesso em: 16 de novembro de 2021.

LEITE, Januaria Cecília Pereira Simões; NETO, Mario Teixeira Reis. **Meio ambiente e os embates da construção civil**. Construindo, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, Jul/Dez. 2014.

LOPES, Felipe Daniel Bastos; et al. **Análise comparativa das propriedades térmicas dos métodos construtivos insulated concrete forms e alvenaria convencional para cidades de temperaturas elevadas**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, outubro de 2021.

LUEBLE, Ana Regina Ceratti Pinto. **Construção De Habitações Com Painéis De Eps E Argamassa Armada**. Conferência Latino-Americana De Construção Sustentável X Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, São Paulo, 18-21 de julho de 2004.

MONTEIRO, Maurici Amantino. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano**. Geosul, Florianópolis, v.16, n.31, p 69-78, jan./jun. 2001

MUNARO, Gabriel Fernando. **Construção Modular: Um Comparativo Entre O Método Insulated Concrete Forms (ICF) E O Método Convencional Em Bloco Cerâmico**. UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavatina, 2018.

OLIVEIRA, Grazielle Nogueira de. **Percepção dos funcionários de órgãos públicos a respeito de suas condições econômicas de trabalho**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Corrente, 2017.

ORLANDIN, Orlandin Tecnologia em cerâmica e concreto, 2021. Página Produtos. Disponível em: < <https://www.ceramicaorlandin.com.br/web/produto/tijolos-ceramicos>>. Acesso em: 06 de novembro de 2021.

PANDLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; et. al. **Comparação de custo entre materiais utilizados como isolantes acústicos**. Faculdade Presidente Antônio Carlos, Brasil, 14 de junho de 2019.

SANTOS, Túlio César de Carvalhos. **Sistema Construtivo Insulated Concrete Forms (Icf): Estudo De Caso Viabilidade Técnica, Econômica E Sustentabilidade Na Construção Civil.** Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020.

SILVA, Joselito Barbosa da et al. **Simulação e experimentação da secagem de tijolos cerâmicos vazados.** Universidade Federal De Campina Grande, Campina Grande, dezembro de 2009.

TESSARO, Alessandra Buss; SÁ, Jocelito Saccol de; SCREMIN, Lucas Bastianello. **Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, 2012.