

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
KELY ILMA DOS SANTOS MARTINHAGO

**ANÁLISE DE SISTEMA CONSTRUTIVOS, ICF E ALVENARIA
ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS**

LAGES – SC
2020

KELY ILMA DOS SANTOS MARTINHAGO

**ANÁLISE DE SISTEMA CONSTRUTIVOS, ICF E ALVENARIA
ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Coordenador: Msc. Prof. Aldori Batista dos Anjos

KELY ILMA DOS SANTOS MARTINHAGO

**ANÁLISE DE SISTEMA CONSTRUTIVOS, ICF E ALVENARIA
ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Coordenador: Msc. Prof. Aldori Batista dos Anjos

Aprovado em: ____/____/____.

Nota: ____.

Prof.

(Orientador)

Prof.

(Examinador)

Prof.

(Examinador)

LAGES – SC
2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ter me ajudado nestes 5 anos de estudos, e nunca me deixou desistir do meu sonho de ser engenheira civil.

Agradeço ao meu orientador Aldori Batista dos Anjos por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa, ter me ajudado a desenvolver toda o projeto.

A todos os meus professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Unifacvest pela excelência da qualidade técnica de cada um.

Aos meus pais Oídio Pedro Martinhago e Sirlei Oliveira dos Santos que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

RESUMO

Atualmente o sistema construtivo mais utilizado no Brasil é a alvenaria convencional, trata-se de um sistema construtivo que não tem muitas vantagens se comparado com os sistemas de alvenaria estrutural e ICF. Sabe-se que como um futuro profissional engenheiro, deve-se estar sempre em constante procura por novas tecnologias, levando sempre em consideração as questões de sustentabilidade, que é um fator de suma importância nos dias de hoje. Sistemas construtivos que se adequam a essa realidade já estão disponíveis no mercado da construção civil, mas ainda com baixa procura por parte dos clientes. É necessário priorizar o uso de um sistema construtivo que não agride o meio ambiente, que seja associada a fatores como construção limpa, sem geração de resíduos, deve-se considerar também o tempo de execução da obra, pois “tempo é dinheiro”, e é necessário buscar um baixo custo, com garantia de segurança e eficácia. Diante deste contexto, o presente trabalho apresentará um comparativo entre os dois sistemas construtivos, apresentando as suas vantagens e desvantagens, custo, mão de obra, em relação as patologias que pode vir aparecer com esses métodos, montagens, fundações entre outros assuntos.

Palavras-chaves: Sustentabilidade. Sistemas Construtivos. Segurança. Eficácia.

ABSTRACT

Currently the most used construction system in Brazil is conventional masonry, it is a construction system that does not have many advantages when compared to structural masonry and ICF systems. It is known that as a future professional engineer, one must always be in constant search for new technologies, always taking into account sustainability issues, which is an extremely important factor nowadays. Construction systems that adapt to this reality are already available in the civil construction market, but still with low demand from customers. It is necessary to prioritize the use of a constructive system that does not harm the environment, which is associated with factors such as clean construction, without generating waste, one must also consider the time of execution of the work, as “time is money”, and it is necessary to seek a low cost, with guarantee of safety and effectiveness. Given this context, the present work will present a comparison between the two construction systems, presenting their advantages and disadvantages, cost, labor, in relation to the pathologies that may appear with these methods, assemblies, foundations, among other subjects.

Key-words: Sustainability. Building Systems. Security. Effective.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	TÍTULO DA PESQUISA	12
3.	JUSTIFICATIVA	12
4.	O PROBLEMA A SER PESQUISADO	13
5.	OBJETIVOS	13
5.1.	OBJETIVO GERAL	13
5.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
6.	METODOLOGIA	14
7.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
7.1.	SISTEMA CONSTRUTIVO	134
7.2.	ALVENARIA ESTRUTURAL	145
7.3.	BLOCOS.....	137
8.	ICF	20
8.1.	O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS FORMAS DE ICF	13
9.	VANTAGENS E DESVANTAGENS	14
9.1.	PRINCIPAIS VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL	1325
9.2.	PRINCIPAIS VANTAGENS DO ICF	26
9.3.	PRINCIPAIS DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL.....	27
9.4.	PRINCIPAIS DESVANTAGENS DO ICF.....	27
10.	CUSTO	27
11.	ÍNDICE DE PATOLOGIA	14
12.	MONTAGEM	32
13.	FUNDAÇÃO	36
14.	REDUÇÃO DE MÃO-DE-OBRA E TEMPO DE CONSTRUÇÃO	38
15.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	41

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BNH – Banco Nacional da Habitação

EPS – Poliestireno Expandido

ICF – *Insulated Concrete Forms* (formas para concreto armado)

IPT – Instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado de São Paulo

RTN – Régua de Transferência de Nível

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Alvenaria Estrutural Armada	17
Figura 02 – Alvenaria Estrutural Armada	17
Figura 03 – Bloco cerâmico.....	18
Figura 04 – Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas.....	18
Figura 05 – Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças	19
Figura 06 – Bloco cerâmico estrutural perfurado.....	19
Figura 07 – Execução de uma Obra em ICF	22
Figura 08 – Parede de ICF.....	23
Figura 09 – Local onde é depositada a matéria prima.....	23
Figura 10 – Expansor e ventilador	24
Figura 11 – Silo	24
Figura 12 – Máquina de Moldes.....	24
Figura 13 – Formas de ICF.....	25
Figura 14 – Execução de fundação em sessões de corte e aterro	29
Figura 15 – Fissuras pela influência de fundações vizinhas.....	29
Figura 16 – Solo heterogêneo no local da construção	30
Figura 17 – Parede de ICF	32
Figura 18 – Execução de uma obra ICF	35
Figura 19 – Execução Da Parte De Elétrico E Hidráulico	35
Figura 20 – Execução da parte de esquadro da alvenaria estrutural.....	35
Figura 21 – Execução da parte de laje na alvenaria estrutural	36
Figura 22 – Fundação radier para construção de uma edificação em ICF	37
Figura 23 – Fundação sapata corrida para construção de uma edificação em ICF	37
Figura 24 – Fundação sapata corrida para construção de uma edificação e ICF.....	38
Figura 25 – Fundação radier para construção de um edifício de alvenaria estrutural ...	38
Figura 26 – Fundação radier para construção de um edifício de alvenaria estrutural	38
Figura 27 – Fundação radier para construção de uma edificação em ICF	40
Figura 28 – Execução da parte de impermeabilização alvenaria estrutural	40

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais	19
Tabela 2 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação.....	20
Tabela 3 – Conclusão das dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação ..	21
Tabela 4 – Quanto a classificação das fissuras.....	28

1. INTRODUÇÃO

O sistema construtivo mais utilizado no Brasil é a alvenaria convencional, porém novas tecnologias apareceram, e hoje os sistemas construtivos estão mais relacionados com a sustentabilidade e praticidade. O mercado e a sociedade estão percebendo que precisamos reduzir os impactos e é obrigação de todos nós. Nesses contextos, surgem inovações como ICF, alvenaria estrutural, entre outros.

O ICF que chegou ao Brasil a pouco tempo, mas já está sendo bem aceito por todos. Em inglês significa *Insulated Concrete Forms* (formas para concreto armado) destaca-se por sua força estrutural e velocidade de execução, proporciona maior eficiência e economia de energia para ambientes climatizados, o que resulta em conforto térmico, acústico e cuidado com o meio ambiente.

A origem do sistema ICF aconteceu na Europa após a Segunda Guerra Mundial, considerado uma forma rápida, barata e duradoura para reconstruir estruturas danificadas pela Guerra.

Segundo Pierson, (2011) no final de 1960 a criação das primeiras formas de poliestireno ICF, foi desenvolvida a expiração da patente original e o advento dos modernos plásticos de espuma. E após seis anos o canadense Werner Gregori arquivou a primeira patente para fôrmas de concreto de espuma, muito semelhantes com as de ICF comercializados atualmente no mercado.

Outro método construtivo, a alvenaria estrutural é um sistema parecido com ICF, neste sistema não é necessário o emprego de vigas e pilares para a sustentação do edifício que também está substituindo o método tradicional de concretagem, o sistema da construção é se dá basicamente através das paredes da edificação que fazem a função estrutural.

O auge da utilização do sistema construtivo de alvenaria estrutural no Brasil foi na década de 80, nas construções dos conjuntos habitacionais, na época esse sistema construtivo era para de baixa renda. Sua redução de custos é um grande potencial para diversas construtoras e produtores de blocos, fazendo com que se invista nessa tecnologia tornando cada dia mais vantajosa.

Em países de primeiro mundo esse sistema construtivo é bem aceito segundo pesquisas realizadas, entre estes países tem-se a Inglaterra, Austrália, Alemanha e Estados Unidos.

Neste trabalho será apresentado sobre esses dois tipos de sistemas construtivos, o ICF que é um sistema muito utilizado na região com o clima quente no Brasil, como Mato Grosso, e a alvenaria estrutural que é um sistema construtivo muito rápido de executar, onde é possível observar que em apenas 5 dias já se consegue erguer um pavimento de um edifício, além de apresentar quais suas vantagens e desvantagens, custo, patologias, qual a fundação que pode ser utilizada para esses dois sistemas, como também sobre a mão de obra e seu tempo de construção.

2. TÍTULO DA PESQUISA

Análise de sistemas construtivos, ICF e alvenaria estrutural de blocos cerâmicos.

3. JUSTIFICATIVA

Atualmente, sempre surgem novas formas de construir que serão utilizadas no canteiro de obra, então sempre se necessita buscar algo que seja rápido, prático e com um custo reduzido, e também pensando muito na questão da sustentabilidade, pois como é de comum conhecimento, a cada dia mais aumento na degradação do meio ambiente de diversas maneiras, seja em rios, nascentes, desmatamentos das florestas entre outros, sendo que antigamente isso não era uma preocupação pois se falavam que tinha muito e não iria acabar.

Mas sabe-se que hoje em dia é necessário sim considerar a preocupação com o meio ambiente, e levando em consideração os contextos de sustentabilidade, procurou-se um tema que é de interesse próprio para atuar futuramente no âmbito da engenharia civil, que aborde os quesitos de sustentabilidade, rapidez, mão de obra qualificada, e o que há de mais novo de tecnologia no mercado, para que seja possível oferecer qualidade, conforto e segurança para os futuros clientes.

Durante a realização da pesquisa para escolha do tema, optou-se por comparar dois tipos de sistemas construtivos, o ICF que é um sistema muito utilizado na região do Mato Grosso que tem altas temperaturas durante o dia e a noite, o qual possui um ótimo desempenho térmico, e a alvenaria estrutural, o qual se pode ter conhecimento durante a realização do estágio curricular obrigatório, sendo observado o seu uso desde a fundação até a laje de alguns prédios.

Pretende-se ainda analisar a questão de vantagens e desvantagens, custo, mão de obra, em relação às patologias que pode vir aparecer com esses métodos, montagens, fundações entre outros assuntos.

4. O PROBLEMA A SER PESQUISADO

Hoje no mercado da construção civil está cada dia mais exigente, buscando sempre novas formas de construir com segurança, sustentabilidade e rapidez. Nota-se que novos sistemas construtivos que atendem esses requisitos já estão no mercado da construção.

Durante a realização da pesquisa buscou-se dois sistemas construtivos que além de rápidos, fossem também sustentáveis. Sendo possível observar que esses dois sistemas construtivos possuem diversas vantagens tanto no que se refere a sustentabilidade, quanto nas demais questões.

Apesar disso, um fator que despertou a atenção durante a pesquisa para desenvolvimento do TCC, foi a falta de conhecimento das pessoas, tanto as leigas quanto para os profissionais da área da construção, sobre essas formas de construção, na forma de construir, como é processo no canteiro, entre outros.

Algumas empresas de engenharia não querem sair do convencional, pois dizem que não conseguiriam se adaptar à nova forma de construção, como o ICF. As pesquisas mostraram que realmente essas inovações têm muito a agregar e ajudar, tornando de fato um canteiro de obras mais organizado, rápido e eficaz, e sendo possível de identificar se esses modelos construtivos oferecem qualidade, desempenho e segurança.

5. OBJETIVOS

5.1. GERAL

O objetivo geral dessa pesquisa é conhecer, compreender e identificar os sistemas construtivos ICF e a Alvenaria Estrutural. Mostrando como esses sistemas são viáveis tanto para questão de orçamentos (custos), quanto em relação à sustentabilidade, rapidez, a racionalização, mão de obra qualificada, a organização do canteiro de obra entre outros assuntos.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar vantagens e desvantagens dos sistemas construtivos;
- Identificar o custo;
- Identificar índice de patologia;
- Descrever a montagem e fundação;
- Identificar redução de mão-de-obra e tempo de construção

6. METODOLOGIA

Neste projeto foi utilizada para coleta de informações a leitura de livros, artigos, periódicos, textos, visitas em obras e entrevista com alguns engenheiros da área.

Durante a primeira fase da pesquisa, levantou-se a maior quantidade de informações sobre os temas, sua origem, vantagens e desvantagens, a questão dos custos, patologias, mão de obra, tempo de execução entre outros assuntos relacionados com o tema. Buscando sempre os objetivos relacionados com o que é na prática desses sistemas.

Na segunda parte da pesquisa buscou-se ir a campo e acompanhar a construção dos sistemas em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos. Acompanhando ainda o processo de fabricação das formas de ICF no estado do Mato Grosso.

Após os recolhimentos de todas as informações necessárias sobre o assunto, deu-se início ao projeto de TCC, com posterior aplicação no TCC. Os métodos de pesquisa foram bibliográficos, o estudo foi voltado para pesquisas em artigos, periódicos, textos, visitas e entrevista com engenheiro para melhor entendimento sobre o assunto, processo no canteiro, entre outros.

7. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1. SISTEMA CONSTRUTIVO

Segundo Filha et al. (2009) a construção brasileira, quando comparada aos EUA e a Europa, apresenta um cenário que se caracteriza pela necessidade de um aumento de

produtividade, desenvolvimento de inovações, busca de racionalização, padronização e aumento de escala, com sustentabilidade.

A construção convencional tem um processo de execução ainda largamente utilizado no Brasil, mais o seu processo tem um alto custo, baixo nível de planejamento, baixa qualificação do trabalhador, altos índices de desperdícios, baixa qualidade e incidências de manifestações de patologias e também em relação ao meio ambiente tem baixo desempenho ambiental.

O sistema construtivo onde tem um maior planejamento e estudos de viabilidade técnica-econômica e de logística mais precisa, são tipos necessários que precisam fortalecer o uso de sistemas construtivos industrializados, além de ter melhores condições de trabalho e ter um melhor desempenho ambiental tem diversos outros benefícios.

A partir de 1980 no Brasil sugeriram pesquisas sobre os sistemas construtivos que estimularam a racionalização e a industrialização. E no mesmo ano Rosso publicou seu primeiro trabalho que tinha como tema a racionalização da construção com base no desempenho das edificações.

O tema se consolidou no país em 1980, devido ao trabalho desenvolvido pelo instituto de Pesquisa e Tecnologia do Estado de São Paulo (IPT), realizou pesquisas para a elaboração de critérios voltados a avaliação dessas soluções inovadoras para o Banco Nacional da Habitação (BNH).

Outros sistemas construtivos surgiram nessa mesma época, como alvenaria estrutural de bloco de concreto que podem ter a função tanto vedação vertical como horizontal, painéis cerâmicos e painéis de argamassa armada.

A classificação de racionalizados é um processo executado em canteiro, de uma forma racionalizada, por exemplo, a moldagem de painéis ou mesmo da elevação de uma alvenaria estrutural, esse são elementos e sistemas construtivos que permite classificar com racionalizados.

A produção em maior quantidade se dá em consideração ao uso de sistemas construtivos industrializados, e com a melhor qualidade, maior controle e desempenhos ambientais, e sua construção é em tempos menor comparado com outros tipos de sistemas construtivos.

Segundo a ABNT NBR 15575/2013, sistema construtivo nada mais é que a maior parte funcional do edifício. Conjunto de elementos e componentes destinados a

cumprir com uma macro função que a define. Exemplos: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias, cobertura.

7.2. ALVENARIA ESTRUTURAL

A alvenaria estrutural, é um método que em suas diversas formas, difundiu-se pelo mundo todo desde os tempos ancestrais até os dias de hoje, sendo a principal técnica construtiva empregada até o início do século XX (ROMAN & PARIZOTTO FILHO, 2019)

As técnicas de cálculo e execução com alvenaria estrutural vem se desenvolvendo progressivamente em decorrência da abertura de novas fábricas de materiais e do surgimento de grupos de pesquisa sobre o tema aqui no Brasil (ROMAN & PARIZOTTO FILHO, 2019).

Segundo Roman, Signor & Ramos (2019), a alvenaria estrutural é um processo construtivo em que as paredes de alvenaria e as lajes funcionam estruturalmente em substituição aos pilares e vigas, utilizados nos processos construtivos tradicionais.

As paredes atuam como estrutura e tem a função de resistir às cargas verticais, bem como às cargas laterais. As cargas verticais são devidas ao peso próprio da estrutura e às cargas de ocupação. As cargas laterais, por sua vez, originam-se da ação do vento e ou do desaprumo. Estas são absorvidas pelas lajes e transmitidas às paredes estruturais paralelas à direção do esforço lateral (ROMAN, SIGNOR & RAMOS, 2019).

No entanto, quando estas cargas laterais paralelas ou perpendiculares ao seu plano, podem romper devido aos esforços de tração que eventualmente venham a aparecer. E o grande desafio do engenheiro estrutural consiste, portanto, em minimizar ou em evitar tensões de trações que possam vir a aparecer (ROMAN, SIGNOR & RAMOS, 2019).

A alvenaria estrutural tem ganhado espaço no cenário mundial da construção devido às vantagens como flexibilidade construtiva, economia e velocidade de construção. Mas sua maior notoriedade deve-se ao seu potencial de racionalização e produtividade, que possibilita a produção de construções com bom desempenho tecnológico aliado a altos índices de qualidade e economia (ROMAN, 2019).

A possibilidade de incorporar facilmente os conceitos de racionalização, produtividade e qualidade, a alvenaria estrutural apresenta grandes vantagens em

relação aos outros sistemas construtivos e ainda produzindo construções com bom desempenho tecnológico aliado a baixos custos no mercado.

Representados nas figuras 01 e 02 abaixo.

Figura 01 – Alvenaria Estrutural Armada



Fonte: da Autora, 2020.

Figura 02 – Alvenaria Estrutural Armada



Fonte: da Autora, 2020.

7.2.1. Tipos De Alvenaria Estrutural

- ✓ Alvenaria estrutural não-armada: Elementos de alvenaria nos quais a armadura é desconsiderada para resistir aos esforços solicitantes.
- ✓ Alvenaria estrutural armada: Elementos de alvenaria nos quais são utilizadas armaduras passivas que são consideradas para resistir aos esforços solicitantes.
- ✓ Alvenaria estrutural protendida: Elemento de alvenaria reforçada por uma armadura ativa (pré-dimensionada) que submete a alvenaria a tensões de compressão.

7.3. BLOCOS

Blocos cerâmicos são um componente normalizado pela ABNT NBR 15270, aplicam-se as definições da ABNT NBR 15270-1 e as seguintes.

7.3.1. Bloco cerâmico estrutural: Componente da alvenaria estrutural que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contém.

Figura 03 – Bloco cerâmico



Fonte: da Autora, 2020.

7.3.2. Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas: Componente da alvenaria estrutural com paredes vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida, conforme representado na figura 04.

Figura 04 – Bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas



Fonte: da Autora, 2020.

7.3.3. Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças: Componente da alvenaria estrutural cujas paredes externas são maciças e as internas podem

ser paredes maciças ou vazadas, empregado na alvenaria estrutural não armada, armada e protendida, conforme representado na figura 05.

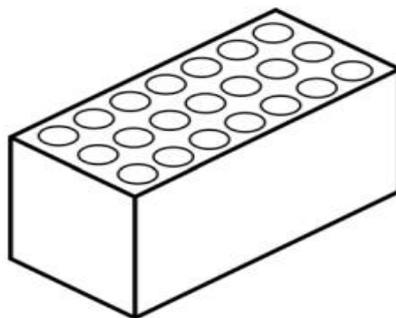
Figura 05 – Bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (com paredes internas vazadas)



Fonte: da Autora, 2020.

7.3.4. Bloco cerâmico estrutural perfurado: Componente da alvenaria estrutural cujos vazados são distribuídos em toda a sua face de assentamento, empregado na alvenaria estrutural não armada, conforme representado esquematicamente na figura 06.

Figura 06 – Bloco cerâmico estrutural perfurado



Fonte: ABNT NBR 15270-2:2005

7.3.5. Dimensões De Fabricação

As dimensões de fabricação do bloco cerâmico estrutural são as indicadas na tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos estruturais

Dimensões L x H x C	Dimensões de fabricação cm					
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)			
			Bloco principal	½ Bloco	Amarração (L)	Amarração (T)
Módulo dimensional M = 10 cm						
(5/4)M x (5/4)M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (5/2)M		19	24	11,5	-	36,5
(5/4)M x (2)M x (3)M			29	14	26,5	41,5
(5/4)M x (2)M x (4)M			39	19	31,5	51,5
(3/2)M x (2)M x (3)M	14		19	29	14	-
(3/2)M x (2)M x (4)M		39		19	34	54
(2)M x (2)M x (3)M	19	19	29	14	34	49
(2)M x (2)M x (4)M			39	19	-	59
Bloco L – bloco para amarração em paredes em L.						
Bloco T – bloco para amarração em paredes em T.						

Fonte: ABNT NBR 15270-2:2005

A característica mecânica dos blocos cerâmicos de vedação é a resistência à compressão individual. A determinação da resistência à compressão individual deve seguir o ensaio da ABNT NBR 15270-3.

Tabela 2 – Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação

Dimensões L x H x C	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
Módulo Dimensional M = 10 cm				
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2) M		11,5	11,5	24
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M	14		24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M	19		19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19

Fonte: ABNT NBR 15270-2:2005

Tabela 3 – Conclusão das dimensões de Fabricação de Blocos Cerâmicos de Vedação:

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(3/2) M x (2) M x (2) M	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

NOTA Os blocos com largura de 6,5 cm e altura de 19 cm serão admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em "shafts" ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico

Fonte: ABNT NBR 15270-2:2005

8. ICF

O Insulating Concrete Forms - ICF (Formas para concreto armado) é constituído por formas de EPS (Poliestireno Expandido), que após a sua montagem, são preenchidos com concreto armado, formando as paredes de vedação e estrutural ao mesmo tempo da edificação (ICFCONSTRUTORA, 2020).

Segundo a ICFconstrutora este sistema junto com material de alta resistência, o concreto armado, que fica confinado entre duas camadas de EPS, material de elevada capacidade isolante. Esta combinação cria uma parede com propriedades de desempenho superior ao convencional, com destaque para o elevado isolamento térmico e acústico, superior segurança contra incêndios e elevada resistência estrutural.

No Brasil este sistema construtivo chegou em 1999, onde um brasileiro que residia nos Estados Unidos desenvolveu um desenho industrial, disseminando o método pelo país. Desde então, tem ganhado notoriedade e usado em obras de pequeno, médio e grande porte.

A tecnologia ICF é amplamente utilizada em vários países do mundo há mais de 40 anos, sendo conhecida como uma das mais seguras e eficientes dentre as tecnologias utilizadas na construção civil (ORÇATI, 2016).

De acordo com Orçati (2016) esse sistema funciona como um jogo de montar, como um "lego gigante". Depois de encaixados, os blocos de EPS - de aproximadamente 6 kg cada - são preenchidos com concreto armado, dispensando o uso de vigas e colunas, bem como alvenaria estrutural. O sistema admite total liberdade para o acabamento e a cobertura, como uma construção de alvenaria comum.

Construir com a tecnologia ICF proporciona isolamento termoacústico e alto desempenho térmico à edificação, pois permite que a construção conserve calor e frio de forma muito mais eficaz do que construções convencionais (ORÇATI, 2016).

O sistema construtivo é do tipo aberto, de grande versatilidade, servindo à execução de acordo com os projetos. Sua essência são os blocos ocos, fôrmas constituídas de aço e placas de poliestireno expandido moldado, de alta densidade, utilizados para a construção de paredes de concreto com isolamento termoacústico (ORÇATI, 2016).

Conforme Orçati (2016) o material é classificado como "dificilmente inflamável" pela norma DIN 4.102 (material de construção de classe B2) e atende à NBR 9.442 - Determinação do Índice de Propagação Superficial de Chama Pelo Método do Painel Radiante. O resultado é uma parede de concreto maciça, típica das construções tradicionais, com a isolação térmica e acústica proporcionada pelo poliestireno expandido.

As Formas ICF, depois de montada e revestida, pesam 135 kg/m², enquanto uma alvenaria convencional pesa de 220 a 240 kg/m².

Figura 07 – Execução de uma Obra em ICF



Fonte: ICFconstrutora. 2020

Figura 08 – Parede de ICF

Fonte: da Autora, 2020.

8.1. O PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS FORMAS DE ICF

Inicia com a matéria-prima, que se apresenta na forma semelhante a flocos de açúcar, realiza-se a pesagem das quantidades, e colocadas no pré-expansor, aonde irá receber vapor e pressão, e após alguns minutos expande o seu tamanho. Após vai para o processo de secagem, pois ela é retirada do expansor úmida, em razão do calor recebido. Quando a secagem estiver concluída, irá para outro local aonde possui um ventilador, direcionado esse material através de canos para os silos. O descanso da matéria-prima é por aproximadamente 48h, após este período, injeta-se na máquina de moldes.

A injeção da matéria prima na máquina onde é feito dos moldes do sistema construtivos, é através de injeção das matérias prima já expandida até uma dose correta, a máquina manda o vapor e a pressão e em cerca de dois minutos as formas já estão prontas.

Figura 09 – Local onde é depositada a matéria prima

Fonte: da Autora, 2020.

Figura 10 – Expansor e ventilador



Fonte: da Autora, 2020.

Figura 11 – Silo



Fonte: da Autora, 2020.

Figura 12 – Máquina de Moldes



Fonte: da Autora, 2020.

A medidas das formas são de 1,20m comprimento x 14cm de espessura x 30cm de altura, sendo que tem três tipos de modelo de formas, todas com a mesmas dimensões, a forma normal, a que tem o canto fechado, que são utilizados para as partes das bonecas das portas, e requadro das janelas, e a terceira com os cantos abertos que são para a junção das paredes.

Figura 13 – Formas de ICF



Fonte: ICFconstrutora, 2020

Com apenas três formas de ICF, tem 1,08m² de paredes, a capacidade de produção com esse sistema construtivo dá para ser feito quatro casas populares por dia. O sistema de reciclagem dos resíduos são todos reaproveitados, são reprocessados fazendo outras formas e outros elementos na construção.

9. VANTAGENS E DESVANTAGENS

9.1. PRINCIPAIS VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

- ✓ Rapidez: A obra de alvenaria é mais rápida, limpa e segura, e tem a necessidade da integração e compatibilização com instalações prediais, tanto na parte de hidráulica quanto na elétrica;
- ✓ Racionalização: O sistema construtivo induz a racionalização de uma série de outras atividades como, por exemplo, as instalações elétricas e hidráulicas, menor diversidade de materiais, facilidade de controle, eliminação de interferências;
- ✓ Distribuição das cargas no solo: As distribuições de cargas são uniformes;

- ✓ Mão de obra qualificada: A mão de obra neste tipo de sistema construtivo, são utilizadas por pessoas que já tem experiência com esse tipo de sistema, pessoas com qualificação, com isso traz a redução do número de profissionais no canteiro de obras, e com uma maior segurança;
- ✓ Limpeza do canteiro de obras: Por ser um sistema construtivo organizado, no canteiro de obra se torna tudo mais limpo, os únicos resíduos que poderá haver, relacionam-se com as peças de blocos que podem vir a quebrar, mas quando isso ocorre, já tem no canteiro um local para colocar esses resíduos. Ajudando na otimização no tempo de execução;
- ✓ Reduções: As reduções é uma grande vantagem tanto na questão de ter uma boa redução de gastos, quanto em outros fatores, essas reduções são nas armaduras, redução das formas e redução de resíduos, trazendo grande economia em valores para o cliente, quanto para o meio ambiente;

9.2. PRINCIPAIS VANTAGENS DO ICF

- Elimina colunas e vigas: Com esse tipo de sistema construtivo o uso de viga e pilares é totalmente descartado, pois, a própria estrutura se sustenta, conseguindo absorver todas as cargas, transferindo para a fundação;
- Isolamento Térmico: Elevado isolamento térmico já incorporado no sistema de construção das paredes exteriores. A combinação de duas camadas EPS, excelente isolante térmico, com o concreto armado permite obter índices de isolamento ímpares, com condutividade térmica abaixo dos 0,20 W/m²K. Isto significa menos energia gasta no aquecimento e no arrefecimento dos edifícios;
- Resistência Antissísmica: A parede de concreto armado de um edifício construído com sistema ICF tornam-no sólido e seguro. As estruturas em parede de concreto armado são mais eficazes na resistência às ações sísmicas que as estruturas convencionais;
- Resistência ao Fogo: O EPS utilizado na produção do sistema ICF são não inflamáveis. Testes de resistência ao fogo em paredes ICF efetuados nos Estados Unidos e Canadá revelam ainda uma maior resistência ao incêndio do que outros sistemas de construção;

- Isolamento Acústico: Testes de transmissão de som em paredes ICF comprovaram uma menor transmissão do som do que sistemas de construções comuns. Com janelas de vidros duplos e isolamentos da cobertura, os edifícios construídos com ICF superam todas as exigências regulamentares de isolamentos acústicos;
- Isolamento a Água: O EPS em conjugação com a parede de concreto armado é uma barreira a passagem da água.

9.3. PRINCIPAIS DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL

- Impede a execução de reformas que alterem a disposição das paredes estruturais;
- A concepção estrutural pode acabar condicionando o projeto arquitetônico;
- A alvenaria não admite improvisações do tipo de retirar depois na massa, ou fazer e depois quebrar, ver durante a obra de que forma fazer, visto que é um projeto totalmente engessado, não podendo ter qualquer tipo de alteração posterior;
- Vãos livres limitados;
- Vãos em balanço não indicado;
- Não permite paredes e conjuntos muito esbeltos;
- Restringe a possibilidade de modificações.

9.4. PRINCIPAIS DESVANTAGENS DO ICF

Segundo (BLAIR, s.d.) as desvantagens do sistema ICF relacionam-se com a restrição quanto ao número de pavimentos, pois não pode ser feito prédios de muitos pavimentos, sua limitação quanto à remodelação, como exemplo, a adição de uma porta ou janela exigirá o corte em paredes sólidas de concreto, e seu procedimento de difícil execução.

10. CUSTO

Tempo é dinheiro ainda mais nos dias de hoje, a redução de despesas diversas que ocorrem na maioria das vezes com o prolongamento da obra, através do uso destes

sistemas de construção tem-se uma redução de custo de obra de 15 a 20% no valor total. Em uma grande construção ou até mesmo em uma pequena, trata-se de um valor considerável de economia em projetos concebidos para sistema construtivo.

Avaliando que o custo para projetos já definidos com a solução convencional poderá alterar a avaliação, como, a sua localização, dimensões e detalhes como altura de paredes, curvaturas ou concepções ousadas. Em estudos comparativos, é dado como certo que o custo da obra com o EPS é bem mais reduzido do que na construção tradicional, principalmente competindo EPS com paredes de alvenaria de blocos de cerâmica.

Os fatores que levam a esta economia são as reduções das formas, redução do número de especialidades de mão-de-obra, redução dos revestimentos, redução da armação, redução de desperdícios, tanto na alvenaria estrutural quanto no ICF.

11. ÍNDICE DE PATOLOGIA

Todos os elementos com proximidade à edificação, de forma ocasional ou permanente podem de alguma maneira colaborar para o surgimento de patologias que atingem diversos elementos na estrutura de uma construção (SANTIAGO, PORCINO, FILHO, 2018).

Diversos fatores podem acarretar a formação de fissuras na alvenaria estrutural, os principais e mais comuns mecanismos de formação de fissuras nas paredes de alvenaria estrutural são, Recalque da fundação, sobrecarga de carregamentos, variações térmicas, retração, movimentação higroscópica e reações químicas. Outro fator que ocasiona a formação de fissuras é a utilização de diferentes tipos de materiais com diferentes propriedades, utilizados em conjunto (THOMAZ, 1989).

Tabela 4 – Quanto a classificação das fissuras:

Classificação da Fissuras	Espessura
Microfissuras	< 0,05 mm
Fissuras	0,5 mm
Trincas	> 0,5 mm < 1,0 mm

Fonte: Zanzarini, 2016.

As fissuras podem ser classificadas em função da sua atividade, elas podem ser ativas ou passivas. As fissuras ativas são aquelas que sofrem alteração da sua espessura

à medida que as variáveis que as provocaram sofrem alterações, atuando como juntas induzidas pela estrutura. Se caso elas apresentem um aumento ao longo do tempo pode ser considerado um problema estrutural, onde deve ser determinado através de observações e análises da estrutura. Já as fissuras passivas são consideradas estabilizadas, já que são provenientes de solicitações que não apresentam variações significativas ao longo do tempo (CORSINI, 2010; MOURÃO, 2016).

As fissuras também podem ser causadas por recalque da fundação, podendo ser considerada a mais grave. Segundo Marcelli (2007), com o surgimento e aumento gradativo desse tipo de fissuras, pode-se entender que existe um sério problema na fundação, e com o decorrer do tempo pode trazer sérios riscos a edificação e aos seus usuários.

De acordo com Thomaz (1989), os recalques podem ocorrer por diversos motivos, sendo eles, execução de fundação em sessões de corte e aterro, fissuras pela influência de fundações vizinhas, Solo heterogêneo no local da construção.

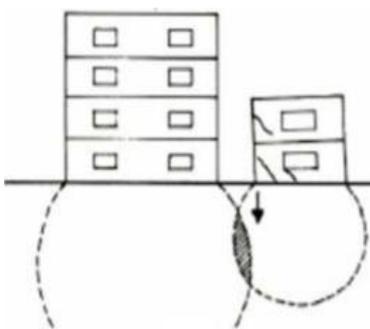
Figura 14 – Execução de fundação em sessões de corte e aterro



Fonte: Thomaz, 1989.

A execução das fundações em corte e aterro pode ocasionar fissuras até mesmo trincas na estrutura.

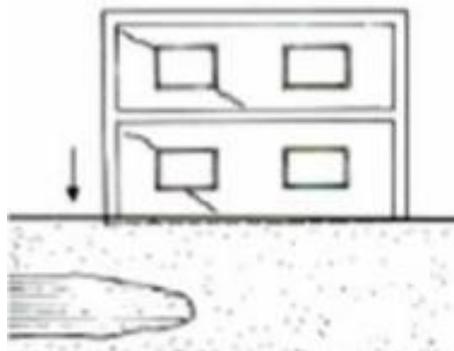
Figura 15 – Fissuras pela influência de fundações vizinhas



Fonte: Thomaz, 1989.

Encontro de bulbo de tensões gerado por fundações próximas.

Figura 16 – Solo heterogêneo no local da construção



Fonte: Thomaz, 1989.

Os diferentes tipos de solos encontrados fazem com que aconteçam os recalques, mas os recalques vistos são os que se apresentam com maior frequência nas construções, porém segundo Marcelli (2007), é praticamente impossível prever com total certeza os recalques absolutos em uma fundação, é impossível obter recalque zero, e os que chegam perto de zero resultam em muitos encargos para a construção.

Mesmo sendo difícil evitar o aparecimento de fissuras por recalque, é possível evitá-las tomando medidas preventivas ainda na fase de projeto, a fim de minimizar essa patologia. Se forem previstos movimentos da fundação, essa deve ser projetada rígida o necessário para acomodar esses movimentos, mitigando patologias na alvenaria (SAMPAIO, 2010).

As fissuras originadas por recalque de fundação tendem a se posicionar próximo ao pavimento térreo na edificação, porém essas fissuras podem ocorrer nos pavimentos superiores, depende da gravidade e do tipo de construção. Vários profissionais admitem fissuras a 45° a problemas da fundação (DUARTE, 1998; MARCELLI, 2007).

Além das fissuras causadas por recalque de fundação, tem as de variações térmicas, onde todos os elementos de uma construção estão sujeitos a movimentações térmicas, sejam elas diárias ou estacionais, que causam variações de tamanho nos materiais por meio de contração ou dilatação térmica (THOMAZ, 1990).

É importante evidenciar, que mesmo nas lajes cobertas com telhados encontra-se a probabilidade de formação de fissuras. Contudo, esse tipo de fissura não compromete a segurança da construção (SABBATINI, 1984).

Fissuras provenientes de excessivo carregamento são geralmente verticais. Elas ocorrem devido aos esforços transversais de tração embutidos nas unidades através do atrito da superfície da junta da argamassa com a face maior dos tijolos.

De maneira geral, ao ser comprimida, a argamassa se deforma mais que os tijolos, com isso, há uma tendência que se expanda lateralmente e transmita tração lateral aos tijolos. Esse tipo de esforço lateral de tração é o responsável pelas fissuras verticais.

A ação de sobrecargas não consideradas em projeto pode acarretar a fissuração de elementos estruturais em uma edificação. Na ocasião onde há atuação de sobrecargas concentradas, poderá surgir fissuras inclinadas, a partir do ponto onde a carga está sendo aplicada ou ruptura da alvenaria na região aplicada ou então ambos os fenômenos (RICHTER, 2007; ZANZARINI, 2016).

As fissuras originadas por reações químicas se apresentam predominantemente na direção horizontal, elas acabam ocorrendo devido à expansão da junta de argamassa ocasionada pela alteração química de seus materiais constituintes (SILVA, 2013).

As condições ambientais onde a alvenaria está exposta podem propiciar condições para o surgimento desse tipo de fissura. De acordo com Duarte (1998), as causas mais comuns das fissuras ocasionadas devido a reações químicas são a reação retardada dos cales, e expansão das juntas de argamassa ocasionada pela reação do cimento com sulfatos.

Quando são feitas com cales mal hidratados, as argamassas de assentamento podem apresentar altos teores de óxido livre de cal e magnésio, que na presença de umidade irá se hidratar e em consequência aumentar de volume. Devido à intensidade desse aumento de expansão poderão ocorrer fissuras e outros tipos de anomalias em que os sintomas se assemelham aqueles ocorridos devido à dilatação térmica (MARCELLI, 2007; ZANZARINI, 2016).

Segundo Magalhães (2004), as fissuras provocadas por retração acabam ocorrendo devido ao movimento de elementos construtivos ou de seus elementos constituintes por retração dos produtos à base de cimento.

Diferentes fatores influenciam diretamente na retração dos produtos à base de cimento, onde se destaca os principais as condições de cura e a relação água/cimento. A retração é provocada pela perda de água que se encontra quimicamente associada no interior do concreto. Essa perda de água não é acompanhada pela alvenaria que em

virtude disso provoca retração dos elementos de concreto da edificação (ALEXANDRE, 2008).

O ICF tem um baixo índice de patologias, no sistema não se verificam as patologias comuns das construções tradicionais, como as fissuras, infiltrações ou formação de fungos e bolores. Ficando isento de umidade, inseto de acaro, fungos e bactérias, imune a existência de tricas e rachaduras.

Os blocos de EPS conferem condições de cura do concreto armado bastante superiores aos sistemas de cofragem habituais. A proteção do concreto conferida pelo EPS evita a corrosão das armaduras e a carbonatação do concreto, prolongando o tempo de vida do edifício.

Figura 17 – Parede de ICF



Fonte: da Autora, 2020.

12. MONTAGEM

O ICF é como um “lego gigante”, muito prático, os blocos são encaixados entre si na construção das paredes conforme o projeto. Reduz o tempo de montagem do sistema e o desperdício de material.

Segundo o Manual Técnico da ICF CONSTRUTORA (2015), apesar de o sistema admitir qualquer tipo de fundação, deve-se dar preferência à sapata corrida ou radier, por facilitarem a marcação do perímetro da parede e orientarem o posicionamento e a colocação das fôrmas. Em ambos os casos, serão deixadas esperas de aço CA-50 na bitola a ser determinada pelo cálculo, a partir da fundação, no comprimento de 60 cm que direcionará a primeira fiada de fôrmas de EPS, dando origem à estrutura/vedação da obra.

As fôrmas a serem usadas usualmente apresentam as dimensões de 120x30x14cm, sendo a camada de concreto armado de 0,06 m de espessura. O concreto possui resistência mínima de 15 MPa armado com aço CA-50, cujo diâmetro varia de 6,3 a 10mm, conforme o projeto estrutural, em toda a extensão da parede com barras de aço no sentido horizontal a cada 24 cm e vertical a cada 30 cm. Deve-se começar a montagem do sistema pelos cantos, seguindo em direção ao centro da parede.

As paredes são chapiscadas com argamassa mista de cimento, areia média lavada e aditiva, rebocada com massa única em argamassa mista de cimento, areia média lavada, aditivos e microfibras. Por fim, as instalações elétricas e hidráulicas se encaixam em aberturas executadas com qualquer ferramenta de corte, na superfície das fôrmas de EPS, com espessura de 65 mm, ficando, assim, embutidas na parede.

No sistema ICF o bloco de construção fica integrado no concreto, o que lhe confere a resistência necessária para permitir a utilização de todos os tipos de revestimentos nos exteriores das construções. As variedades de acabamento das construções que podem ser consideradas incluem o barramento aprovado para EPS, os revestimentos cerâmicos, as pedras naturais, revestimento metálico, madeira, painéis fenólicos etc., tendo o projetista total liberdade nas suas opções.

Para os acabamentos de interiores existe uma grande variedade de opções. As faces interiores das paredes poderão ser rebocadas, acabadas diretamente com revestimento cerâmico, ou ainda revestidas a gesso cartonado. Quanto às paredes divisórias do interior do edifício poderão ser executadas com quaisquer das opções existentes no mercado e utilizadas nos outros sistemas de construção, como divisórias em gesso cartonado, alvenaria de blocos de concreto, alvenaria de tijolo etc.

Na alvenaria estrutural antes de começar a montagens tem que realizar serviços preliminares, como início do serviço, limpar e organizar o local de trabalho, verificar a disponibilidade de ferramentas e equipamentos para o início da marcação, além de conhecer de todos os projetos e sua forma de execução. Verificar o esquadro da obra para posterior marcação das linhas de referência e das direções de parede.

Após todas essas verificações começa a parte de colocar os blocos e os caixotes de argamassa no local, eles devem ser dispostos próximos ao operário de forma a reduzir os movimentos para a execução do serviço.

Todas as marcações de instalações como gás, elétrica, telefonia, hidrossanitário, entre outros, isso é muito importante verificar se está na posição correta, pois pode vir causar problemas futuros, quando for feita o segundo pavimento.

Marcar a direção de parede, vãos de portas e shafts utilizando o fio traçante e conferir a perpendicularidade por meio do esquadro. A instalação dos escantilhões é realizada pelo mestre de obras da equipe deverá marcar a posição no projeto, fixar o pé e a mão francesa, colocar o escantilhão no prumo.

Para a primeira fiada, é importante determinar o ponto mais alto da laje ou viga baldrame para a transferência de referência de nível. Para isso, percorremos o pavimento com o nível na direção das paredes a fim de detectar este ponto.

Transferimos esses níveis para uma régua, na qual é realizada uma marca a 19,5 cm da extremidade inferior, correspondente ao assentamento do bloco e mais uma espessura mínima de argamassa de 0.5cm. Essa régua é chamada de régua de transferência de nível ou RTN. Assim, transferimos esse nível para cada escantilhão. Com todas as fiadas niveladas, pode-se iniciar o seu assentamento.

Fazer a parte de impermeabilização na superfície do pavimento na direção da parede para assentar os blocos da primeira fiada. Amarrar e esticar a linha com auxílio do esticado no escantilhão. Verificar a qualidade da argamassa produzida.

Na primeira fiada, colocar a argamassa com a colher de pedreiro fazendo uma abertura para facilitar o assentamento dos blocos. Após levantar a parede de alvenaria estrutural vem a parte de graute, mais antes do grauteamento vertical deve-se fazer a limpeza no interior dos blocos. Os blocos tipo U e J também chamado de calha U e J são executados nas cintas, vergas, contravergas, nos vãos das portas e janelas.

As posição e quantidade de armaduras são conforme projeto estrutural. Além dos blocos 14x19x24, 14x19x29, 14x19x21 entre outros, são colocadas as chamadas bolachas, junto no assentamento. A utilizar da régua prumo-nível deve ser usada de maneira constante para verificar o alinhamento, prumo e planicidade da alvenaria.

Na parte de instalações deve ser somente embutida na alvenaria verticalmente, ou seja, nos furos existentes nos blocos. Assim, a instalação elétrica deve ser distribuída pela laje, sendo os pontos de consumo alimentados por descidas ou subidas sempre na vertical.

Para a instalação dos pontos elétricos, tomadas e interruptores, existem blocos especiais que já apresentam o recorte necessário. Contudo, em razão do custo do bloco especial ser maior, muitas vezes opta-se por utilizar um bloco convencional, realizando-se, posteriormente, o corte na obra.

Os projetos devem ser detalhados todas as descidas de instalações por meio da paginação das paredes, deixando os espaços necessários para a passagem das

tubulações. Maior dificuldade reside, geralmente, nas tubulações de água e esgoto, porem algumas medidas simples podem facilitar o percurso vertical das instalações, como a adoção de shafts e os agrupamentos das instalações hidrossanitárias nas mesmas paredes.

Figura 18 – Execução de uma obra ICF



Fonte: ICFconstrutora, 2020.

Figura 19 – Execução da parte de elétrico e hidráulico



Fonte: ICFconstrutora, 2020.

Figura 20 – Execução da parte de esquadro da alvenaria estrutural



Fonte: da Autora, 2020.

Figura 21 – Execução da parte de laje na alvenaria estrutural



Fonte: da Autora, 2020.

13. FUNDAÇÃO

As fundações em radier de concreto é a fundação direta mais adequada para alvenaria estrutural por possuir uma distribuição das cargas no solo mais uniforme. Mas quando o solo é colapsível a fundação direta é a mais adequada. Podendo ser utilizada também a sapata corrida, como regra geral, a fundação direta e sapata corrida pode ser usada para pressões admissíveis do solo não inferiores a 100KPa e vãos entre paredes estruturais não superiores a 5m. Recomenda-se a verificação de recalque para fundações diretas, particularmente em sapatas corridas, ou estrutura de transição sobre fundação direta.

Já no ICF, há uma redução de até 50% no peso de carga nas fundações, o que reduz os custos da obra sem a necessidade de fundações profundas, estacas, terraplanagem etc., e as fundações mais utilizadas nesse processo são raders e sapata corrida.

Deixando claro que a questão da escolha de tipo de fundação vai de acordo com o tipo de projeto e o tipo de solo. Esses tipos de fundação beneficiam o projeto com ganhos de custos já no início das obras.

Figura 22 – Fundação radier para construção de uma edificação em ICF



Fonte: ICFconstrutora, 2020.

Figura 23 – Fundação sapata corrida para construção de uma edificação em ICF



Fonte: ICFconstrutora, 2020.

Figura 24 – Fundação sapata corrida para construção de uma edificação e ICF



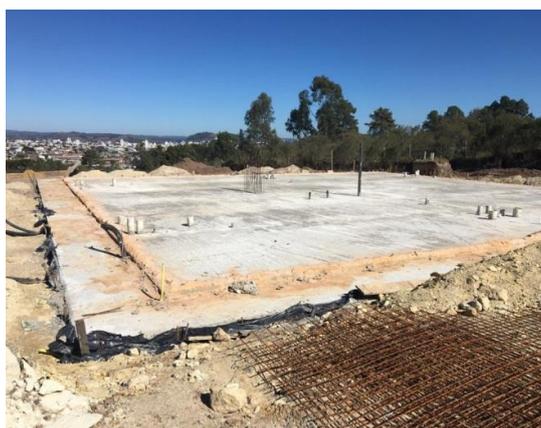
Fonte: ICFconstrutora, 2020.

Figura 25 – Fundação radier para construção de um edifício de alvenaria estrutural



Fonte: da Autora, 2020.

Figura 26 – Fundação radier para construção de um edifício de alvenaria estrutural



Fonte: da Autora, 2020.

14. REDUÇÃO DE MÃO-DE-OBRA E TEMPO DE CONSTRUÇÃO

O tempo de construção utilizando o sistema ICF, tem uma redução de até 50% se comparado com outros métodos de construção, em razão da sua facilidade de transporte e instalação sem necessidade de máquinas ou equipamentos especiais para carga e descarga no canteiro de obra. São extremamente leves, fazendo com que apenas 2 funcionários descarreguem com caminhão desse material na obra, resultando a economia no tempo e dinheiro na execução.

O tempo reduzido de trabalho, com o maior controle sobre o pessoal, o qual oferece redução nos custos com a mão-de-obra, seus encargos e consequência. A redução de mão-de-obra em canteiro chega a ser de 50% dependendo da dimensão da

edificação, ou pelo menos, um terço para sua finalização, incluindo outro motivador, que o Sistema ICF permite continuidade de trabalho mesmo em dias de chuva, fatores estes que conferem uma velocidade de aplicação muito superior a qualquer outro material, permitindo que a obra fique pronta rapidamente.

Em uma obra de alvenaria estrutural são montadas equipes de trabalhos para a elevação das paredes estruturais. Cada construtora tem o seu próprio esquema de trabalho, é comum ser utilizando a configuração de 1 encarregado para cada duas equipes de trabalho, composta por dois pedreiros mais um servente.

As construções em alvenaria estrutural possuem uma execução rápida e ágil, isso faz uma grande diferença no mercado, como, por exemplo, em construções com condomínios ou complexo habitacionais em larga escala, seja entregue o mais rápido, além de ser um sistema limpo e seguro, sua execução precisa de pessoal capacitado na área por isso o treinamento da mão-de-obra é fator decisivo no sucesso, economia e qualidade da obra. Sua execução precisa de pessoal capacitado na área por isso o treinamento da mão-de-obra é fator decisivo no sucesso, economia e qualidade da obra.

Figura 27 – Fundação radier para construção de uma edificação em ICF



Fonte: ICFconstrutora, 2020.

Figura 28 – Execução da parte de impermeabilização alvenaria estrutural



Fonte: da Autora, 2020.

15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A alvenaria estrutural e o ICF apresentam diversas vantagens em relação aos métodos convencionais, além de ser sustentável é um sistema construtivo limpo, organizado, com poucos resíduos. As vantagens não ficam apenas na questão de sustentabilidade, também entra a questão do custo reduzido, chegando até 20% de economia, isso nos dias de hoje é de suma importância.

Os índices de patologias desses sistemas construtivos no caso da alvenaria estrutural apresentam recalque da fundação, sobrecarga de carregamentos, variações térmicas, retração, movimentação higroscópica e reações químicas fissuras na sua estrutura, mais o mais grave é as por recalque da fundação. O ICF tem um baixo índice de patologias, no sistema não se verificam as patologias comuns das construções tradicionais, como as fissuras, infiltrações ou formação de fungos e bolores.

Em relação a montagens os dois sistemas são práticos, rápidos e eficientes no canteiro, tendo um ótimo desempenho na execução, como pouco mais de uma semana se conseguiu executar uma casa ou um pavimento de um edifício, sendo considerados sistemas práticos e rápidos.

As fundações para esses sistemas, mais utilizadas e indica são o radiers, principalmente para a alvenaria estrutural, pois esse tipo de fundação consegue distribuição de todas as cargas no solo mais uniforme. E a fundação muito indicada

também é a radiers para o sistema ICF, além de ser uma fundação bem pratica para executar.

A redução de mão de obra no canteiro é de aproximadamente 50% para a execução, na alvenaria estrutural pode ser executada com apenas 5 trabalhadores no canteiro, facilitando o controle de pessoal no canteiro, e na parte de fiscalização da execução. No ICF não é diferente a redução também é cerca de 50% para a execução no canteiro.

Todos os objetivos deste projeto foram alcançados, pode-se afirmar que estes dois tipos de sistemas construtivos possuem muitas vantagens a oferecer, fornecendo excelentes condições de moradias às pessoas, são sistema construtivos organizados, rápidos e seguro, tem ótimos desempenhos e ainda são sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, I. F. **Manifestações patológicas em empreendimento habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito**, 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Acesso em 12 mai. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-1:2005** – Componentes cerâmicos – Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos maio 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-5** (2013) Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas março 2020

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-3:2005** – Componentes cerâmicos – Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio maio 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15812 (2010) – Alvenaria estrutural – Blocos cerâmicos**, acesso em 20/05/2020.

BLAIR, J. **Disadvantages of building with Insulated Concrete Forms**. Disponível em: <<https://www.hunker.com/13401210/disadvantages-of-building-with-insulated-concreteforms>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**.

CORSINI, R. **Trinca ou fissura? 2010. Artigo – Revista Técnica.** Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-seoriginam-quais-os-tipos-179241-1.asp>>. Acesso em 10 mai. 2020.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenaria: causas principais medidas preventivas e técnicas de recuperação, 1998.** Boletim técnico nº25 – Porto Alegre. Acesso em: 18 mai. 2020.

FILHA, C. M. et al. **Perspectivas do Investimento 2010-2013: Construção Civil: BNDES, Rio de Janeiro, 2009.**

ICF CONSTRUTORA. **Conheça o sistema construtivo ICF.** Disponível em: <http://www.ICFconstrutora.com.br/sistema-construtivo-ICF/conheca-o-sistema>. Acesso em: 10 abr. 2020.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em alvenarias: Configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul, 2004.** Dissertação (Mestrado Profissionalizante) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Acesso em: 18 mai. 2020.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras / Maurício Marcelli, São Paulo: Pini. 2007.**

ORÇATI, M. **ICF - Sistema de fôrmas termoacústicas de EPS para paredes autoportantes de concreto.** Rev. Técnica, ed 235, outubro 2016. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/icf-sistema-de-f%C3%B4rmas-termoac%C3%BAsticas-eps-para-paredes-or%C3%A7ati>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

PIERSON, R. J. **The History of ICFs.** 2011. Disponível em: <<http://www.icf-green-buildingsystems-ga.com/insulating-concrete-forms-green-building-materials-informationgeorgia/history-of-insulated-concrete-forms.html>>. Acesso em 10 mai. 2020.

RICHTER, C. **Qualidade da Alvenaria Estrutural em Habitações de Baixa Renda: uma análise de confiabilidade e da conformidade, 2007.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Acesso em 18 abr. 2020.

ROMAN, H. R.; RAMOS, A. S.; SIGNOR, R. **Curso de Análise de Alvenaria estrutural preparado para os funcionários da Caixa Econômica Federal, 2019.** Florianópolis: Universidade Corporativa Caixa.

ROMAN, H.; PARIZOTTO FILHO, S. **Manual de Alvenaria Estrutural com Blocos Cerâmicos.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABGP8AF/manual-alvenaria-estrutural>>. Acesso em: 08 jun. 2020.

ROSSO, T. **Racionalização da Construção.** FAU/USP, São Paulo, Brasil, 1980.

SABBATINI, F. H. **Alvenaria Estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico: Requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de**

financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à Caixa Econômica Federal, 2003 – Caixa econômica Federal Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. Acesso em 15 abr. 2020.

SAMPAIO, M. B. **Fissuras em edifícios residências em alvenaria estrutural, 2010**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Acesso em: 08 mai. 2020.

SANTIAGO, L. R.; PORCINO, V. M. S.; FILHO, N. R. S. **Patologias na alvenaria estrutural de blocos de concreto**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 09, Vol. 02, pp.70-93, Setembro de 2018. ISSN:2448-0959

SILVA, L. B. **Patologias em alvenaria estrutural: causas e diagnóstico, 2013**. Artigo (Graduação) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Acesso em 08 mai. 2020.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação, 1989**. Editora: Pini, Escola politécnica da Universidade de São Paulo: IPT, acesso em 10/04/2020.

ZANZARINI, José Carlos. **Análise das causas e recuperação de fissuras em edificação residencial em alvenaria estrutural: estudo de caso. 2016**. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016. Acesso em 10 mai. 2020.