

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE-
CAMPUS ARACAJU
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

ELIKA CAROLINE NUNES DOS SANTOS

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAREDES DE CONCRETO
MOLDADAS IN LOCO**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2022

ELIKA CAROLINE NUNES DOS SANTOS

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAREDES DE CONCRETO
MOLDADAS IN LOCO**

Monografia apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel, da
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do
Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.
Orientadora: Prof.^a. Dr. Carla Cristina
Nascimento Santos Pereira

ARACAJU

2022

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Geocelly Oliveira Gambardella / CRB-5 1815,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Santos, Erika Caroline Nunes dos.

S237e Estudos das manifestações patológicas em paredes de concreto
moldadas in loco. / Erika Caroline Nunes Dos Santos. – Aracaju, 2022.
59 f. : il.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Carla Cristina Nascimento Santos Pereira.
Monografia (Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) - Instituto
Federal de Sergipe, 2022.

1. Manifestação patológica. 2. Parede de concreto. 3. Fissura. 4.
Análise. I. Pereira, Carla Cristina Nascimento Santos. II. Título.

CDU 691.32

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia N° 239

PRÉDIOS COM PAREDES MACIÇAS EM CONCRETO: UM ESTUDO DE CASO

ELIKA CAROLINE NUNES DOS SANTOS

Esta monografia foi apresentada às 11 h 20 do dia 29 de dezembro de 2022 como requisito parcial para a obtenção do título de BACHARELA EM ENGENHARIA CIVIL. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados.

Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Emiliana de Souza R. Guedes

Profª. M.Sc. Emiliana de Souza Rezende
Guedes

(IFS – Campus Aracaju)

Marcílio Fabiano Goivinho

Prof. M.Sc. Marcílio Fabiano Goivinho

(IFS – Campus Aracaju)

Carla Cristina Nascimento Santos Pereira

Profª. Drª. Carla Cristina Nascimento
Santos Pereira

(IFS – Campus Aracaju)
Orientador

Pablo Gleydson de Sousa
Prof. Dr. Pablo Gleydson de Sousa

(IFS – Campus Aracaju)
Coordenador da COEC

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pela vida, por sempre me amparar, por me dar sabedoria, quando já não me achava capaz, coragem, quando tudo que eu queria era dormir e sumir e paciência pra suportar todos os estresses da vida acadêmica.

A minha mãe, Lucivânia, por todo o investimento na minha educação apesar das dificuldades econômicas, por toda preocupação e suporte ao longo da minha trajetória, pelo exemplo de mulher guerreira e independente, ao meu pai, Eliobaldo, pelo zelo, suporte, cuidado com a família e amor à sua maneira.

Aos meus irmãos, Felipe e Wesley, por serem exemplos de homens trabalhadores que vão em busca do que querem, pela amizade, parceria e cuidado.

As minhas tias (Ivina e Fabiana) por serem exatamente quem são, exemplo e inspiração pra mim.

Aos meus amigos de escola (Dani, Larissa, Flavia, Silveirinha) por sempre me apoiarem, pelas risadas, companheirismo, sei que mesmo não nos comunicando todos os dias, mas a resenha é sempre garantida quando estamos juntos.

Aos meus amigos e colegas de graduação que sempre sofremos juntos, saímos pra estudar, mas nunca pra comer, sempre nos apoiamos mutuamente, por todo auxílio e suporte, por transformarem as tragédias em risadas, principalmente nesta reta final.

Aos meus amigos do peito (Zaine, Josy, Larissa, Otavio, Rudney) por todas as palavras de consolo, por todas as risadas, por sempre deixarem minha vida mais leve, pelos conselhos e palavras de conforto.

Aos meus amados diretores e assessores do Crea Jr, por todo companheirismo, pela paciência nos momentos de surto, estresse, pelo aprendizado, desenvolvimento pessoal e técnico, pelos roles aleatórios e claro as 3 mil reuniões.

Aos meus amigos do estágio (Roberta, Micaela, Lucas, José, Marcel) por todo o ensinamento, paciência, companheirismo, risadas, exemplos de determinação, vocês são incríveis.

A minha orientadora, Carla, que foi como uma mãe, um raio de sol num dia nublado, que me acalmou durante os meus surtos, me deu todo o suporte quando eu estava mais perdida que cego em tiroteio, que sempre me incentivou e disse que eu podia mais, ser mais.

Aos professores da COEC, por todo ensinamento passado com paciência, incentivo, zelo e cuidado.

Aos meus peludinhos (Luna, Lion, Lili, Katrina, Amora, Cacau, Aysha, Ayla) por tudo que representam na minha vida, a prova viva de que o amor vai além das palavras, por todas as brincadeiras e lambidas, por fazerem meus dias muito mais felizes e completos

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte da minha jornada até o presente momento, bem como, a todos aqueles que me aconselharam a desistir, duvidaram da minha capacidade ou me aconselharam a trocar por um curso técnico.

RESUMO

SANTOS, Erika Caroline Nunes dos. **Estudo das manifestações patológicas em paredes de concreto moldadas in loco**. 60 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju, Aracaju. 2022.

Devido à alta porcentagem do déficit habitacional, as construtoras precisaram se modernizar, de forma, a construir habitações econômicas e mais rápidas, sendo assim, surgiu as paredes de concreto moldadas in loco. Contudo, devido aos erros construtivos, qualidade dos materiais e até mesmo fatores climáticos foram surgindo as manifestações patológicas nas mesmas, prejudicando o fator tempo e aumentando o custo por conta dos retrabalhos a serem executados, além de propiciar um desconforto aos seus usuários. Consoante a isto, o presente estudo de caso, busca mostrar quais as manifestações patológicas presentes nas paredes de concreto, bem como, um estudo da quantificação e distribuição das fissuras e uma qualificação das mesmas tendo como critérios posição em relação ao sol e temperatura nos dias da concretagem num empreendimento vertical do programa casa verde amarela. Além disso, foi feita uma análise dos materiais empregados e do concreto e a concordância dos mesmos com a ABNT NBR, de maneira, que seus erros não se repitam, além de demonstrar as consequências de uma execução ruim.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Parede de Concreto. Fissuras. Análise.

ABSTRACT

SANTOS, Erika Caroline Nunes dos. **Study of pathological manifestations in cast-in-place concrete wall.** 60 f. Monograph (Bachelor of Civil Engineering) – Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe – Campus Aracaju, Aracaju. 2022

Due to the high percentage of the housing deficit, the construction companies needed to modernize themselves in order to build economic and faster housing, thus, the concrete walls molded in loco appeared. However, due to constructive errors, quality of materials and even climatic factors, pathological manifestations appeared in them, harming the time factor and increasing the cost due to the rework to be performed, in addition to providing discomfort to its users. Accordingly, the present case study seeks to show the pathological manifestations present in the concrete walls, as well as a study of the quantification and distribution of cracks and a qualification of them having as criteria position in relation to the sun and temperature in the days of concreting in a vertical development of the yellow green house program. In addition, an analysis was made of the materials used and the concrete and their agreement with the ABNT NBR, so that their mistakes do not repeat themselves, in addition to demonstrating the consequences of a bad execution.

Keywords: Pathological Manifestations. Concrete wall. Fissures. Analysis.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição relativa da incidência de manifestações patológicas em estrutura de concreto aparente	21
Gráfico 2 - Percentual de incidências de manifestações patológicas no Brasil	22
Gráfico 3 - Manifestações Patologicas presentes no empreendimento.....	40
Gráfico 4 - Espessuras e quantificação das fissuras presentes nos pavimentos.	41
Gráfico 5 - Distribuição das fissuras nos apartamentos leste.....	43
Gráfico 6 - Distribuição das fissuras nos apartamentos Oeste	44
Gráfico 7 - Distribuição das fissuras por espessura	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Edificações verticais retangulares do projeto casa verde e amarela.....	16
Figura 2 – Ponte Akashi- kaikyo, no Japão	17
Figura 3 – Exemplo de Slump Flow.....	18
Figura 4 - Fissura 45°	23
Figura 5 - Fissuras 90°	24
Figura 6 - Superfície mal-acabada da parede de concreto	25
Figura 7 - Segregação do concreto na parede de concreto	26
Figura 8 - Armadura exposta.....	27
Figura 11- Trena em utilização.....	31
Figura 12 – Fissurômetro em utilização	31
Figura 9 - Localização do empreendimento analisado	28
Figura 10- Fachada parcial do empreendimento analisado	29
Figura 13 - Fissura formando ângulo com a abertura da janela.....	34
Figura 14 - Fissura formando ângulo de 90°	34
Figura 15 - Parede com superfície porosa e áspera	35
Figura 16 - Segregação no entorno da junta entre fôrmas.....	35
Figura 17 - Segregação “A” até 1,20 metro do piso	36
Figura 18 - Segregação “B” metros do piso entre 1,20 e 2,00	36
Figura 19 - Segregação “C” acima de 2,00 metros do piso.....	37
Figura 20 - Armadura exposta na superfície do concreto.....	37
Figura 21 – Junta fria observada em uma das paredes	38
Figura 22 - Defeito geométrico causado pela abertura entre placas	38
Figura 23 - Defeito geométrico causado por defeito nas placas.....	39
Figura 24 - Fôrmas utilizadas no canteiro	47
Figura 25 - Pavimento Tipo e Layout das unidades padrão do empreendimento estudado	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantitativo de ocorrência de manifestações patológicas.....	23
Quadro 2 - Data das concretagens com suas respectivas temperaturas	45
Quadro 3 – Fck, estimado de todos os corpos de prova da torre coral	50
Quadro 4 - Consumo de materiais utilizado na obra em questão.....	53
Quadro 5 – Cálculo do teor de argamassa seca e relação água/materiais secos.....	53

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Fck	Feature Compression Know (Resistência Característica do Concreto à Compressão)
CAA	Concreto Auto Adensável
CCV	Concreto Convencional
CHIS/CBIC	Comissão de Habitação de Interesse Social da Câmara Brasileira da Indústria da Construção
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação

LISTA DE ACRÔNIMOS

IFS	<i>Instituto Federal de Sergipe</i>
-----	-------------------------------------

LISTA DE SÍMBOLOS

α Teor de argamassa seca

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO	16
3.1	CONCRETO AUTO ADENSÁVEL	16
3.1.1	Componentes do CAA.....	17
3.2	CONCRETO USINADO X CONCRETO AUTO ADENSÁVEL	18
3.3	MÉTODO CONSTRUTIVO – PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO	20
3.4	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO	20
3.4.1	Alguns exemplos de manifestações ocorridas	21
4	METODOLOGIA	28
4.1	ÁREA DO ESTUDO DE CASO	28
4.1.2	Características do empreendimento	28
4.2	LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	30
4.3	ANÁLISE DAS FALHAS DE EXECUÇÃO	31
4.4	ANÁLISE DOS MATERIAIS EMPREGADOS NA ESTRUTURA.....	32
4.5	ANÁLISE DO CONCRETO	32
4.6	ANÁLISE DO TRAÇO	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	33
5.1	LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	33
5.2	ANÁLISE DAS FALHAS DE EXECUÇÃO	39
5.3	ANÁLISE DOS MATERIAIS EMPREGADOS NA ESTRUTURA.....	47
5.3.1	Fôrmas	47
5.3.2	Armaduras.....	48
5.4	ANÁLISE DO CONCRETO	48
5.4.1	Concretagem.....	48
5.4.2	Análise do F_{ck} , estimado	50
5.5	ANÁLISE DO TRAÇO	53
6	CONCLUSÃO	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do IBGE (2022), a população brasileira, em 2021, chegou a cerca de 213,33 milhões de pessoas, além disso, de acordo com o presidente da Comissão de Habitação de Interesse Social da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CHIS/CBIC), Carlos Henrique Passos (2022), o Brasil tem hoje um déficit habitacional perto de 7 milhões de moradias. Conforme uma pesquisa realizada pela fundação João Pinheiro (2019), uma das causas para esse crescimento é o ônus excessivo com aluguel urbano, hoje, caracterizado como o principal componente do déficit. Nos quatro anos considerados pelo estudo, o número de casas desocupadas por conta do alto valor saltou de 2,814 milhões em 2016 para 3,035 milhões em 2019. Desta maneira, é possível notar a necessidade de moradias principalmente da população em vulnerabilidade.

Tendo em vista esse déficit, em 2009, foi criado o programa Minha Casa Minha Vida em que a população recebe um subsídio do governo para facilitar a aquisição de imóveis residenciais, ainda segundo Passos (2022), “noventa por cento deste déficit é composto por famílias com renda dentro do público alvo do programa Casa Verde Amarela (antiga Minha Casa, Minha Vida), com recursos do FGTS”. Sendo assim, as construtoras tiveram que buscar um sistema de construção rápido, econômico, com alta produtividade, qualidade e uma boa gestão dos recursos, tendo como resultado o sistema de concreto moldado in loco, visto que é um investimento alto a curto prazo, pois as fôrmas metálicas são onerosas, porém a longo prazo, como se têm edificações padronizadas e estas podem ser reutilizadas, se torna uma construção barata.

Este sistema se faz através de fôrmas metálicas que cercam toda a estrutura, e logo depois, é concretada uniformemente, deixando de existir vigas e pilares e dando lugar a uma grande peça única estrutural. Esse modelo de construção visa um maior controle dos processos, visto que toda a edificação é planejada, desde a mão de obra até os recursos finais.

O termo in loco é uma expressão originária do latim que tem como significado “no próprio local” ou “no lugar”. Na construção civil, paredes de concreto moldadas in loco é equivalente a uma parede de concreto que foi feita no local onde está sendo executada a construção.

Esse sistema consiste na moldagem de paredes e lajes maciças de concreto armado com telas metálicas centralizadas. Além disso, as paredes são executadas na espessura final, eliminando-se o reboco.

A intenção de moldar in loco é evitar o duplo trabalho, o que gera economia, afinal, quando a moldagem é feita no local definitivo, evita-se uma série de gastos e mão de obra, bem como, uma diminuição dos resíduos gerados da construção.

Além disso, a estrutura monolítica pode se tornar mais resistente, pois todas as paredes formam um único elemento estrutural, fazendo com que as tensões sejam distribuídas e absorvidas sistematicamente.

Portanto, a intenção da concepção do sistema construtivo de paredes de concreto in loco é viabilizar a execução de obras de maneira mais eficaz, limpa, com baixo custo e alto desempenho estrutural.

De acordo com a Caixa Econômica Federal (2016), esse sistema construtivo esteve presente em 36% das unidades produzidas em 2014 e a partir do segundo semestre de 2015, esse percentual cresceu para 52% (auge do programa).

Tendo em vista esses pontos, esta monografia tem por finalidade uma análise a respeito das manifestações patológicas presentes em paredes de concreto moldado in loco, buscando entender as causas e as consequências geradas por deste meio deste modelo construtivo quando não é feito de maneira adequada, visto que, em sua maioria, os prazos são curtos, a mão de obra pouco qualificada, os materiais nem sempre com a qualidade ideal, um pré projeto mal planejado implicando diretamente no produto final e muitas das vezes causando constrangimento e desconforto ao cliente final.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as manifestações patológicas ocorridas em um empreendimento vertical utilizando paredes de concreto maciço.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o número de manifestações patológicas encontradas;
- Verificar a tipologia de manifestações patológicas encontradas no empreendimento analisado;
- Analisar o traço do concreto e o F_{ck} , estimado dos concretos que compunham as paredes de concreto do empreendimento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

Segundo a NBR 15823-1 (2017), o concreto auto adensável é por definição aquele que tem a capacidade de fluir, ou seja, se auto adensar somente pelo seu próprio peso, preenchendo todos os espaços da fôrma e passando pelas restrições (armaduras, dutos e etc.) sem necessitar de qualquer compactação vibratória, e ainda assim, manter sua homogeneidade (sem segregar) em todas as etapas do processo (mistura, transporte, lançamento e acabamento). Sendo assim, uma das muitas vantagens deste tipo de concreto é a capacidade de se moldar em qualquer tipo de estrutura, seja da mais simples, edificações verticais retangulares (Figura 1), até as mais complexas e/ou com altas taxas de armaduras, pontes (Figura 2).

Figura 1- Edificações verticais retangulares do projeto casa verde e amarela



Fonte: <https://www.atrai.com.br/blog/2020/09/novo-programa-de-habitacao-casa-verde-e-amarela-atendera-16-milhao-de-familias> (2020).

Figura 2 – Ponte Akashi- kaikyo, no Japão



Fonte: <https://www.tecnosilbr.com.br/concreto-auto-adensavel-principais-caracteristicas-e-aplicacoes-2/> (2022).

Uma das vantagens deste concreto está na entrega de um produto mais homogêneo, com um melhor acabamento, bem dosado (atendendo às especificações do projeto), uma maior qualidade e uma menor presença de defeitos, visto que uma das grandes causas dos defeitos na construção acontece no adensamento inadequado, ocasionando as segregações. Além disso, reduz os custos de mão de obra, já que requer um menor número de funcionários para o seu lançamento (GOODIER, 2003).

3.1.1 Componentes do CAA

Os insumos utilizados na formação do concreto auto adensável são similares aos utilizados no concreto convencional (água, areia, brita, cimento, aditivos e adições). Contudo, a grande diferença entre eles é que o primeiro possui uma maior proporção de agregados finos em comparação aos agregados graúdos e um consumo mais elevado de cimento, uma vez que isto resulta num aumento da coesão da pasta e da sua resistência inicial, sendo comprovado através de um alto teor de argamassa seca. Ademais, esses agregados finos podem ser aproveitados dos resíduos da construção, favorecendo uma menor poluição do planeta (COSTA E CABRAL, 2019).

Figura 3 – Exemplo de Slump Flow



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Slump-flow-test-for-self-compacting-concrete_fig1_323001855 (2018).

Além disso, são utilizados aditivos minerais (sílica ativa, a cinza volante, a escória de alto-forno, as pozolanas, a cinza da casca-de-arroz, o resíduo de serragem de mármore e granito) e os aditivos químicos (modificadores de viscosidade e os superplastificantes), que possuem um papel fundamental na trabalhabilidade do concreto, visto que conseguem aumentar a fluidez e o espalhamento do concreto sem prejudicar a resistência. Outrossim, as adições minerais são importantes para aumentar a estabilidade das misturas, favorecendo a coesão e diminuindo a exsudação e segregação, como pode ser visualizado através do *slump flow* da Figura 3, além de reduzir o consumo de cimento e ajudar no aumento da resistência (MORQUECHO, 2016).

3.2 CONCRETO USINADO X CONCRETO AUTO ADENSÁVEL

A principal diferença entre o concreto convencional e o CAA está na necessidade de adensamento ou compactação vibratória que o primeiro possui, característica esta que influencia diretamente na durabilidade, qualidade e resistência do concreto final, podendo causar segregação, as famosas bicheiras (MANUEL, 2005). Em contrapartida, o CAA elimina essa necessidade, causando uma redução no custo global do processo e aumentando a qualidade do produto final (NUNES, 2001).

A execução de estruturas complexas e/ou com elevada taxa de armaduras com concreto convencional torna-se onerosa, visto que é necessário um maior número de mão de obra qualificada e um planejamento da técnica de compactação (MELO, 2005 apud NUNES, 2001). Sendo assim, opta-se pelo CAA, uma vez que ele seja indicado para este tipo de estrutura (fundações executadas por hélice contínua; paredes, vigas e colunas; paredes diafragma; estações; reservatórios de água e piscinas; pisos, contrapisos, lajes, pilares, muros, painéis; obras com acabamento em concreto aparente; obras de concreto em locais de difícil acesso; em peças pequenas, com muitos detalhes ou com formatos não convencionais, peças pré moldadas, peças moldadas in loco), em virtude da dificuldade da utilização de vibradores em peças com grande concentração de ferragens (LISBOA, 2004 apud CAMARGOS, 2002).

Devido a característica de se auto adensar do CAA, sua estrutura acaba por ser mais densa. Sendo assim, há um menor número de vazios e por consequência uma melhor aderência com o aço, resultando num melhor comportamento mecânico dos elementos estruturais, redução dos atrasos e custos adicionais que a vibração ocasiona, bem como, um melhor estado de saúde dos operários e um menor incômodo aos vizinhos (NUNES, 2001).

Outra diferença notável está no consumo dos insumos formadores do concreto, uma vez que a matéria prima é praticamente a mesma, porém o concreto auto adensável utiliza uma maior proporção de agregados finos, dentre eles, o cimento, além da necessidade de aditivos, tornando o concreto convencional mais barato, já que consome menos cimento. Em contra partida, este requer um maior número de mão de obra, ocasionando um maior índice de acidente de trabalho e um maior tempo de execução em relação ao primeiro (MANUEL, 2005). Consoante a isto, devido a eliminação dos vibradores no CAA, a poluição sonora é reduzida no entorno das obras, além de aproveitar os resíduos da construção que seriam descartados na natureza (COUTINHO, 2011).

Do ponto de vista do atendimento de propriedades do concreto no estado endurecido, o CAA pode ser mais durável que o CCV, devido a sua maior compacidade, maior teor de finos, redução da permeabilidade, porosidade, coeficiente de difusão de íons cloro, entre outras propriedades, o que demonstra viabilidade técnica no uso dele (CALADO et al., 2015).

3.3 MÉTODO CONSTRUTIVO – PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

Segundo dados da Fundação João Pinheiro, ano base de 2019, como já citado anteriormente, além do déficit habitacional em todo o Brasil estar em 5,8 milhões de moradias, o estudo também apresentou uma tendência de aumento no déficit. Sendo assim, devido a essa grande necessidade e procura por moradias, as construtoras buscando formas de atender essa demanda, desenvolveram novas maneiras e tecnologias ágeis de construção que fornecem o equilíbrio entre qualidade, tempo de construção, aplicabilidade do *lean construction* e custos cada vez mais baixos. Logo, fomentaram construções de paredes moldadas in loco.

De acordo com a ABNT NBR 16055, as paredes de concreto são definidas como “Elemento estrutural autoportante, moldado no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano de parede”, além disso, a norma também informa que todas as paredes dos ciclos construtivos são moldadas de uma única vez e quando desformadas, elas já precisam ter os vãos de portas e janelas definidos. Ademais, quanto ao embutimento de instalações, as tubulações de pequeno diâmetro não são obrigatórias, contudo, as com grandes diâmetros devem ser alojadas em *shafts*.

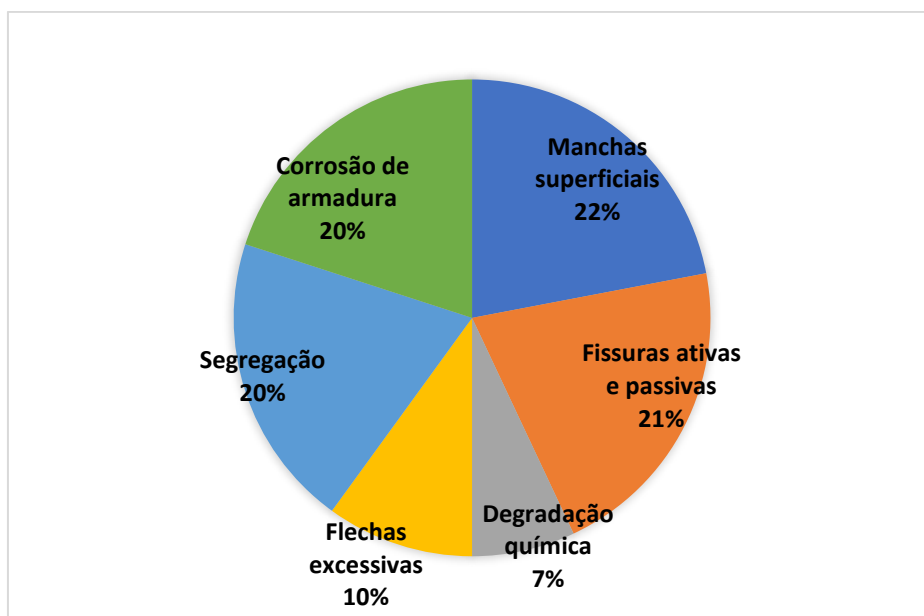
3.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PRESENTES NAS PAREDES DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

As manifestações patológicas são causadas, muitas vezes, devido às falhas ocasionadas na hora da execução do processo construtivo, dentre esses motivos, podemos citar mão de obra desqualificada, falta de controle de qualidade dos materiais, processos e atenção aos detalhes construtivos, desta forma, estas falhas podem ser notadas imediatamente após a desforma ou ao longo do tempo da vida útil da habitação. (TAKATA, 2009, p. 83-84).

3.4.1 Alguns exemplos de manifestações ocorridas

De acordo com Bittencourt (2020) em concordância com o engenheiro Paulo Helene (1992), apesar de certas manifestações terem elevada incidência, algumas não representam um risco, visto que suas consequências não representam um comprometimento estrutural ou um custo elevado para correção do problema, como, as manchas superficiais, contudo, outras são mais significativas e graves, por exemplo, as fissuras ou corrosões de armaduras.

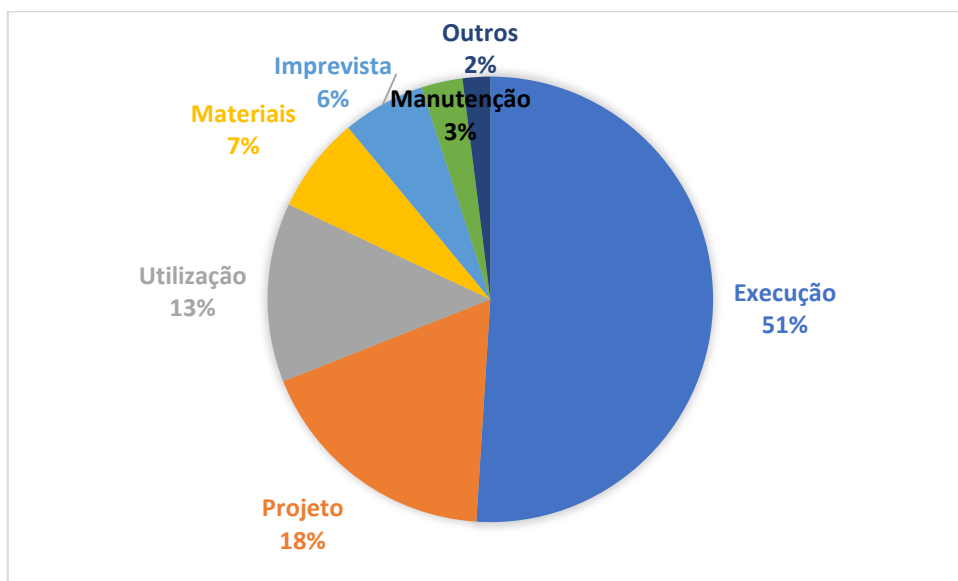
Gráfico 1 - Distribuição relativa da incidência de manifestações patológicas em estrutura de concreto aparente



Fonte: Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto (1992) – Paulo Helene, adaptado pela autora (2022).

Além disso, Paulo Helene (1992), cita os sintomas mais frequentes de danos nas estruturas de concreto armado aparente: fissuras, flechas excessivas, manchas no concreto, eflorescências, corrosão de armaduras e segregação (Gráfico 1).

Gráfico 2 - Percentual de incidências de manifestações patológicas no Brasil



Fonte: www.aecweb.com.br (2020), adaptado pela autora (2022).

Consoante a isto, o engenheiro da UFMG Piancastelli (2019), confirma que no Brasil, as maiores incidências de manifestações patológicas são devido a execução (51%), conforme Gráfico 2.

3.4.1.1 Casos em trabalhos similares: Conjunto Habitacional em Goiânia

De acordo com SOUZA e RIPPER (2009), as fissuras são manifestações patológicas resultantes do alívio das tensões, entre as partes de um mesmo elemento ou entre dois elementos em contato, sendo característico de estruturas de concreto devido a frequência do seu aparecimento, bem como, a facilidade da sua identificação. Ainda, segundo Silva (2011), elas são aberturas que afetam a superfície do elemento estrutural de concreto armado, e que se tornam um caminho rápido para a entrada de agentes agressivos à estrutura.

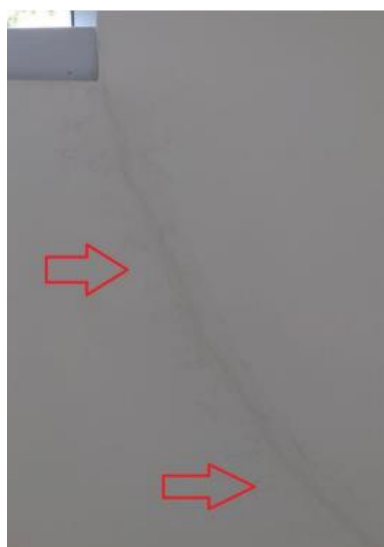
Quadro 1 – Quantitativo de ocorrência de manifestações patológicas

Manifestação Patológica	Empreendimento			
	A		B	
	Nº de ocorrências	%	Nº de ocorrências	%
Fissuras nas aberturas de portas e janelas	49	52,1	11	11,7
Fissuras no meio das paredes	12	12,8	2	2,1
Fissuras em pés de parede	7	7,4	3	3,2
Fissuras de junta fria	0	0	10	10,6
TOTAL	72,30%		27,60%	

Fonte: Manifestações patológicas em habitações de interesse social, feitas de parede de concreto moldado in loco – BITTENCOURT e PARNAIBA (2020).

Conforme nota-se no Quadro 1, o conjunto habitacional apresenta alguns tipos de fissuras ocorridas no estudo de caso, que utilizou o mesmo método construtivo da edificação analisada nesta monografia.

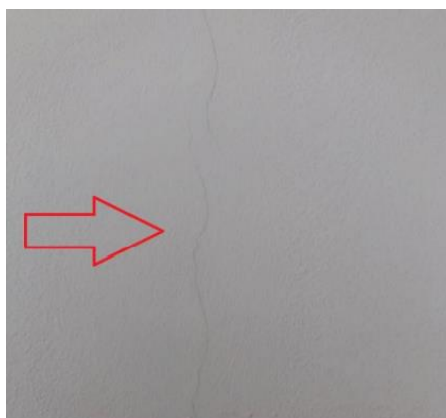
Figura 4 - Fissura 45°



Fonte: Bittencourt e Parnaíba (2020).

Segundo Silva (2011), as fissuras nessas localizações (Figura 4), também chamadas de fissuras 45° (como próprio nome sugere, formam um ângulo de 45° com a parede horizontal), são causadas pelos esforços impostos às vergas e contra vergas, que, muitas vezes são maiores que a resistência das peças. Dessa forma, as autoras identificaram a causa como decorrente de erros de execução e do posicionamento dos reforços estabelecidos no projeto, resultando na distribuição desuniforme das cargas e levando a esforços superiores à resistência da estrutura.

Figura 5 - Fissuras 90°



Fonte: BITTENCOURT e PARNAIBA (2020).

Segundo BITTENCOURT e PARAÍBA (2020), o aparecimento desse tipo de manifestação patológica (fissura 90°) ao longo das paredes, Figura 5, ocorrem em função da retração hidráulica do concreto nas primeiras idades, uma vez que a superfície de concreto perde água para o ambiente, o que leva a uma retração e consequente fissuração da peça.

3.4.1.2 Empreendimentos em Aparecida - Go

Este empreendimento assim como o anterior, também apresentou fissuras. Contudo, houve outros tipos de manifestações patológicas que serão descritas a seguir:

-Defeitos superficiais

Corrêa (2009), cita bolhas superficiais no concreto, conforme Figura 6, como um dos problemas mais comuns no sistema construtivo. Esta patologia aparece na superfície do concreto devido ao processo de mistura e seu lançamento. Ademais, uma parcela do ar fica presa durante a cura, com isso, a água e o ar tendem a concentrar-se próximo a parede, causando esses defeitos superficiais.

Figura 6 - Superfície mal-acabada da parede de concreto



Fonte: SOUSA e BADARÓ (2019).

Misurelli e Massuda (2009), informam que uma vez ocorrida falhas decorrentes de infiltração de ar e provocadas pela heterogeneidade, seja realizada a recuperação pelo processo de feltragem, que consiste na aplicação de uma camada de nata de cimento Portland, com traço rico em cimento, por meio de desempenadeiras de madeira revestida com espuma. Os materiais mais empregados em obras já realizadas são: massa corrida, revestimentos cerâmicos, texturas e argamassas industrializadas sendo, nesses casos, aplicados diretamente sobre as paredes, não havendo necessidade da feltragem.

- Segregação

De acordo com Faria (2009), as causas das segregações são falhas no processo de concretagem, devido ao lançamento e adensamento do concreto, mas esta manifestação patológica também pode ser causada por erro no detalhamento da armadura (Figura 7).

Figura 7 - Segregação do concreto na parede de concreto



Fonte: SOUSA e BADARÓ (2019).

O lançamento do concreto de alturas elevadas (superior a 2,0 metros), a dosagem inadequada (relação água/cimento elevada ou teor de aditivos) resultam em um concreto sem coesão. Peças esbeltas e/ou com formas complexas e o tamanho do agregado gráúdo superior ao espaçamento das armaduras são algumas das causas dos nichos de concretagem.

- Armadura exposta

Uma das funções do cobrimento do concreto está no fato de que ela deve garantir a proteção da armadura de aço contra as intempéries de deterioração da peça estrutural.

Figura 8 - Armadura exposta



Fonte: SOUSA e BADARÓ (2019).

. Quando a concretagem não é realizada devidamente, a armadura fica exposta, conforme figura 8, podendo gerar riscos para a eficiência da peça estrutural. Para garantir o cobrimento correto deve-se utilizar espaçadores plásticos, de forma, a garantir o correto cobrimento do aço.

A obra analisada foi projetada para ser um condomínio residencial e está localizada na Rua Coronel Andrade, bairro América, a 3,9 km do centro da cidade de Aracaju. O projeto é composto por duas torres de 12 pavimentos (térreo + 11 pavimentos) possuindo no térreo 7 apartamentos. O pavimento tipo é dotado de 8 apartamentos cada, com um total de 190 unidades habitacionais. Além disso, o empreendimento conta com piscina e deck molhado, quadra de futebol, espaço gourmet, *car wash*, academia, salão de jogos, salão de festas, playground e bicicletário.

Ainda conforme o projeto, o prédio possui um total de 4 apartamentos no térreo adaptado à acessibilidade, sendo este solicitado no ato da compra do imóvel, além disso, todas as unidades habitacionais contam com varanda, 2 quartos, cozinha, banheiro e sala de estar/jantar, ademais, quem adquire o térreo conta com uma varanda descoberta. O espaço total dos apartamentos varia de 52,68 m² a 53,13 m².

Figura 10- Fachada parcial do empreendimento analisado



Fonte: Autora (2022).

. A obra em questão dispõe da certificação na ISO 9001 e o PBQP-H nível A, para garantir a qualidade em seus serviços e produtos. Ela já contou com mais de 120 colaboradores em campo, possuía uma equipe administrativa formada por: um gerente de obra, um fiscal de construção, quatro encarregados, dez estagiários, um apontador, um técnico de segurança, um encarregado de instalações elétricas e hidrossanitários, um encarregado de fôrma, um almoxarife e dois auxiliares de almoxarife. O sistema construtivo adotado é o de paredes de concreto moldado in loco, utilizando fôrmas do tipo metálicas.

Os dados obtidos aqui foram extraídos pela autora junto a uma construtora, que já finalizou diversos empreendimentos no estado de Sergipe, especializada na construção de diversos conjuntos residenciais enquadrados no programa Casa Verde e Amarela, com a utilização do método construtivo de paredes de concreto moldados in loco com fôrmas metálicas.

O empreendimento entregará 190 unidades divididas em 2 torres, contudo apenas uma das torres foi inspecionada. A sua estrutura foi construída em 3 meses, no total de 26 concretagens.

4.2 LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Para o levantamento das manifestações patológicas no empreendimento foi necessário visitas constantes a todas as unidades habitacionais do empreendimento analisado, sendo retiradas fotos e confeccionando uma planilha com um levantamento quantitativos das mesmas. Além disso, fora verificada também as espessuras e comprimentos das fissuras, para isto utilizou-se os seguintes materiais:

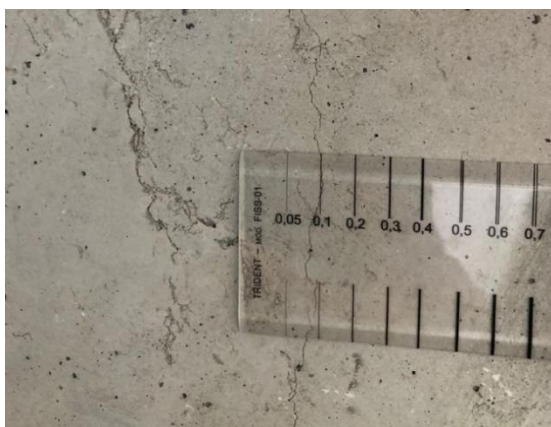
- Trena (Figura 11)
- Fissurômetro (Figura 12)

Figura 11- Trena em utilização



Fonte: Autora (2022).

Figura 12 – Fissurômetro em utilização



Fonte: Autora (2022).

As visitas ocorreram dois meses após a finalização da torre e ao total, a amostragem foi de 2 concretagens e 8 unidades habitacionais.

4.3 ANÁLISE DAS FALHAS DE EXECUÇÃO

Tendo todo o material levantado, foram elaborados gráficos e planilhas para um melhor estudo das manifestações, devido à grande variação das mesmas, foi

escolhida para uma análise mais aprofundada as fissuras ocorridas no empreendimento. Diante disto, foi analisado os possíveis fatores que poderiam causar tal manifestação patológica, como, temperatura e posição em relação ao sol. Consoante a isto, foi necessário acesso aos projetos do empreendimento e acesso aos arquivos de controle do concreto onde se pode ver os dias da concretagem, além de uma pesquisa sobre a temperatura registrada no dia da mesma.

4.4 ANÁLISE DOS MATERIAIS EMPREGADOS NA ESTRUTURA

As informações apresentadas nesta etapa foram obtidas pela autora através do acesso aos projetos, visitas técnicas no canteiro de obra e um estudo sobre a NBR 16055 que trata a respeito de paredes de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. Desta forma, visto que as fôrmas e as armações são elementos essenciais para este método construtivo, uma vez que eles dão forma ao elemento monolítico, buscou-se verificar se os mesmos estavam de acordo com a norma.

4.5 ANÁLISE DO CONCRETO

Para realizar uma análise do concreto, buscou-se verificar se o mesmo estava de acordo com a NBR 15823. Além disso, foi feito uma verificação do F_{ck} , estimado do concreto utilizado no empreendimento, para isto, averiguou-se o relatório do rompimento do corpo de prova de cada amostra por caminhão, a fim de analisar se todos os concretos cumprem a resistência exigida pelo projetista. Além disso, utilizou-se como parâmetro para análise, a seção ensaios de controle de recebimento e aceitação, localizada na ABNT NBR 12655 – Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento, onde a mesma informa que para o caso de concretos com controle total das amostras, o F_{ck} , estimado é o maior valor do resultado da resistência característica, obtida através do rompimento dos corpos de prova aos 28 dias, sendo assim, foi elaborado o Quadro 3, com a informação de todos os F_{ck} , estimados de todos os corpos de prova rompidos.

4.6 ANÁLISE DO TRAÇO

Para realizar uma análise do traço do concreto do empreendimento, foi necessário a solicitação da carta traço a concreteira que fornece o consumo de cada componente do concreto da obra, tendo acesso a esse, os parâmetros foram calculados da seguinte forma:

- Proporção de materiais (traço em massa) = este traço foi obtido a partir da divisão do consumo de cada materiais pelo consumo de cimento.
- Relação água/cimento = Como o próprio nome sugere, foi obtido a partir da divisão do consumo de água pelo consumo de cimento.
- Teor de argamassa seca = foi obtido através da equação 1:

$$\alpha (\%) = \frac{(1+\textit{proporção de areia})}{(1+\textit{proporção de areia}+\textit{proporção de brita})} \times 100 \quad (1)$$

- Relação água/materiais secos = foi obtido através da equação 2:

$$H (\%) = \frac{(\textit{relação água/cimento})}{(1+\textit{proporção de areia}+\textit{proporção de brita})} \times 100 \quad (2)$$

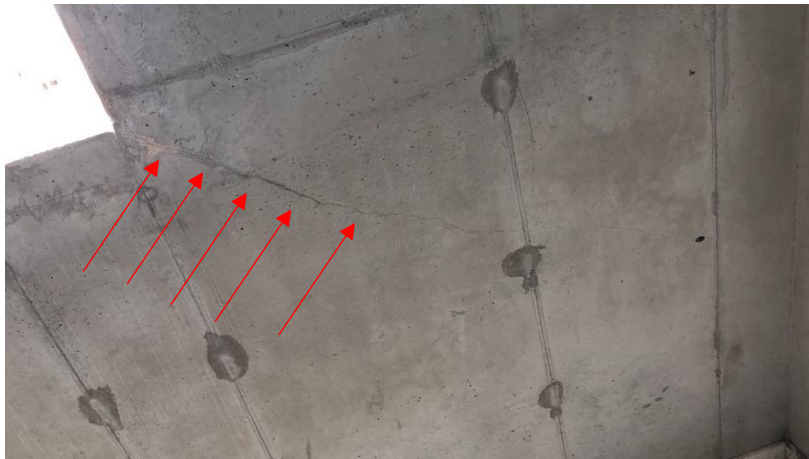
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Na edificação analisada foram encontrados 8 tipos de falhas detectadas e quantificadas, as quais citam-se:

- Fissuras a 45° (Figura 13),

Figura 13 - Fissura formando ângulo com a abertura da janela



Fonte: Autora (2022).

- Fissuras a 90° (Figura 14),

Figura 14 - Fissura formando ângulo de 90°



Fonte: Autora (2022).

- Defeitos Superficiais (Figura 15),

Figura 15 - Parede com superfície porosa e áspera



Fonte: Autora (2022).

- Falhas de concretagem na região das juntas das fôrmas (Figura 16)

Figura 16 - Segregação no entorno da junta entre fôrmas.



Fonte: Autora (2022).

- Segregação A (até 1,20m do piso), (Figura 17)

Figura 17 - Segregação “A” até 1,20 metro do piso



Fonte: Autora (2022).

- Segregação B (entre 1,20m e 2m do piso), (Figura 18)

Figura 18 - Segregação “B” metros do piso entre 1,20 e 2,00



Fonte: Autora (2022).

- Segregação C (acima de 2m do piso), (Figura 19)

Figura 19 - Segregação “C” acima de 2,00 metros do piso



Fonte: Autora (2022).

- Armadura exposta (Figura 20)

Figura 20 - Armadura exposta na superfície do concreto



Fonte: Autora (2022).

-Junta fria (Figura 21)

Figura 21 – Junta fria observada em uma das paredes



Fonte: Autora (2022).

- Abertura entre placas da forma metálica (Figura 22 e Figura 23)

Figura 22 - Defeito geométrico causado pela abertura entre placas



Fonte: Autora (2022).

Figura 23 - Defeito geométrico causado por defeito nas placas



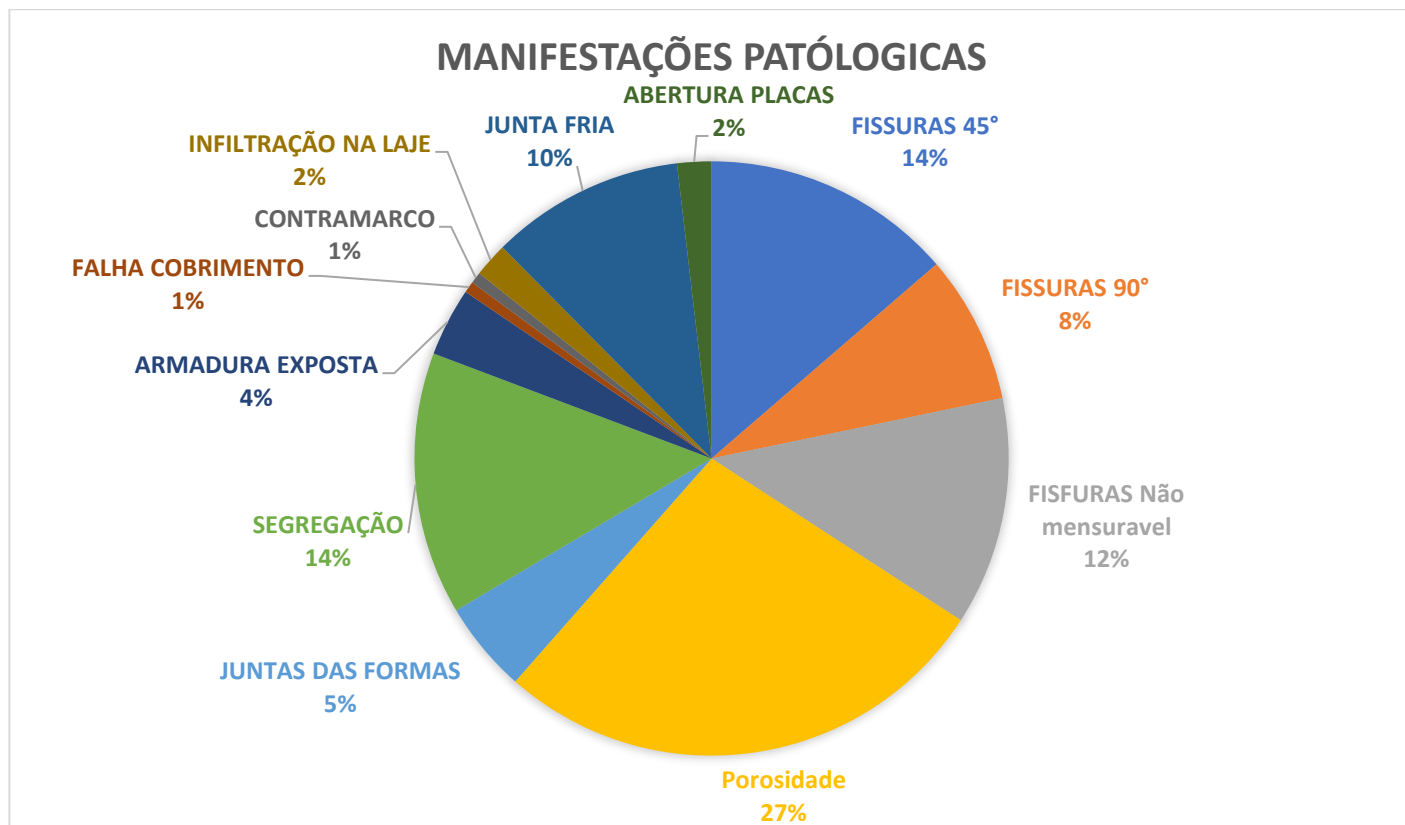
Fonte: Autora (2022).

Conforme visto nas imagens acima, devido a grande variabilidade e um número considerável de manifestações foi necessário uma análise das causas da mesma, visto que isto influencia diretamente na qualidade do empreendimento, bem como, na sua segurança dos futuros locatários.

5.2 ANÁLISE DAS FALHAS DE EXECUÇÃO

Conforme observado anteriormente, o empreendimento apresentou diversas falhas construtivas, embora o método busque um maior controle possível de seus processos. Com base nos dados coletados em obra foi elaborado o Gráfico 3, que mostra a porcentagem de cada defeito numa amostra de 8 apartamentos (1 pavimento). Desta forma, é possível notar que as manifestações patológicas com maiores presenças são porosidade (27%), segregação (14%) e fissuras a 45° (14%), consoante a isto, percebe-se que elas estão correlacionadas, visto que a porosidade e a segregação são frutos de uma vibração incompleta ou até mesmo da ausência da mesma.

Gráfico 3 - Manifestações Patológicas presentes no empreendimento

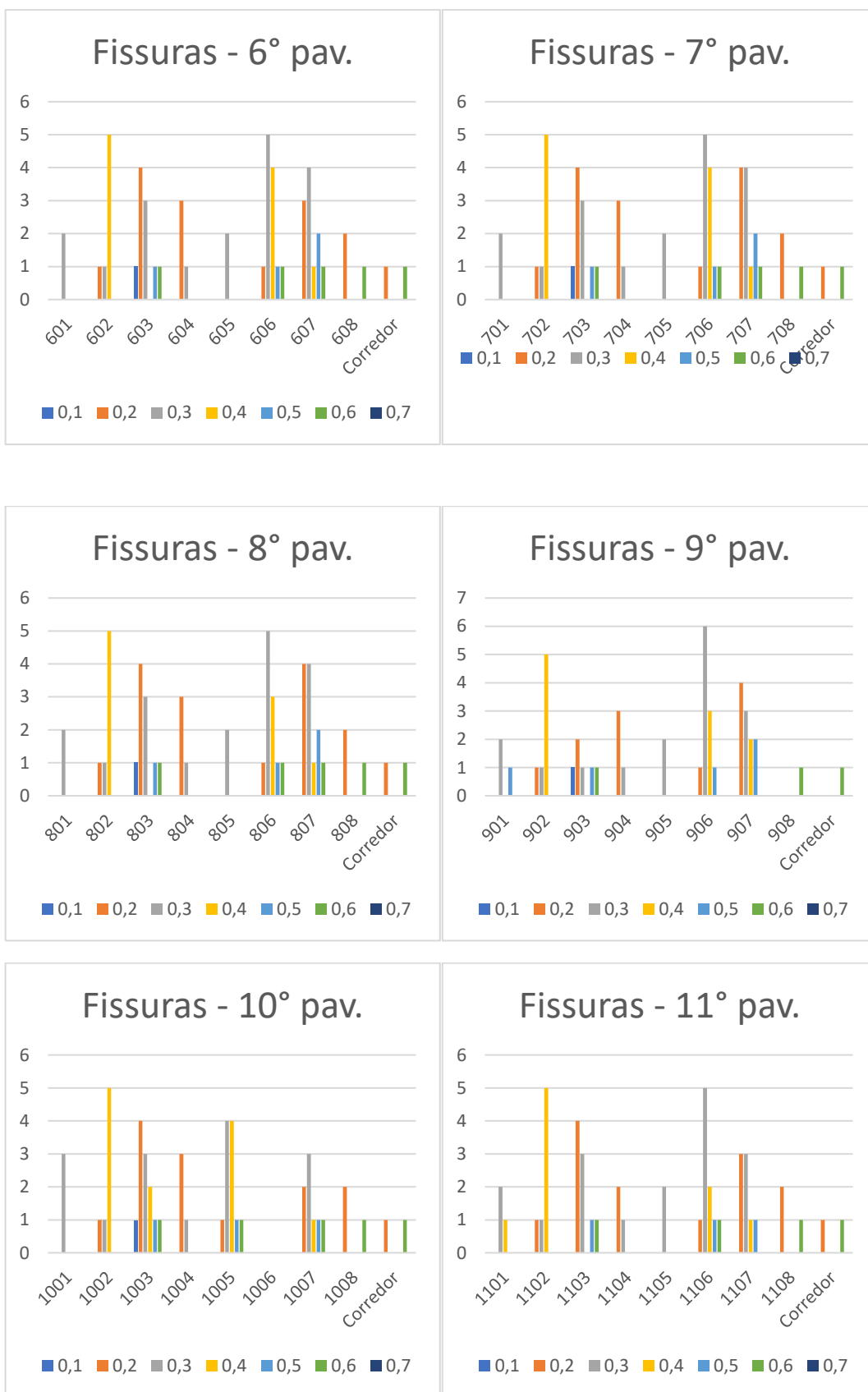


Fonte: Autora (2022).

Como as fissuras tinham uma frequência considerável na edificação, foi realizado um levantamento das mesmas em todos os pavimentos de uma das torres (96 apartamentos) e com o auxílio de um fissurômetro, mediu-se a espessura das mesmas, dando origem aos gráficos a seguir:

Gráfico 4 - Espessuras e quantificação das fissuras presentes nos pavimentos.

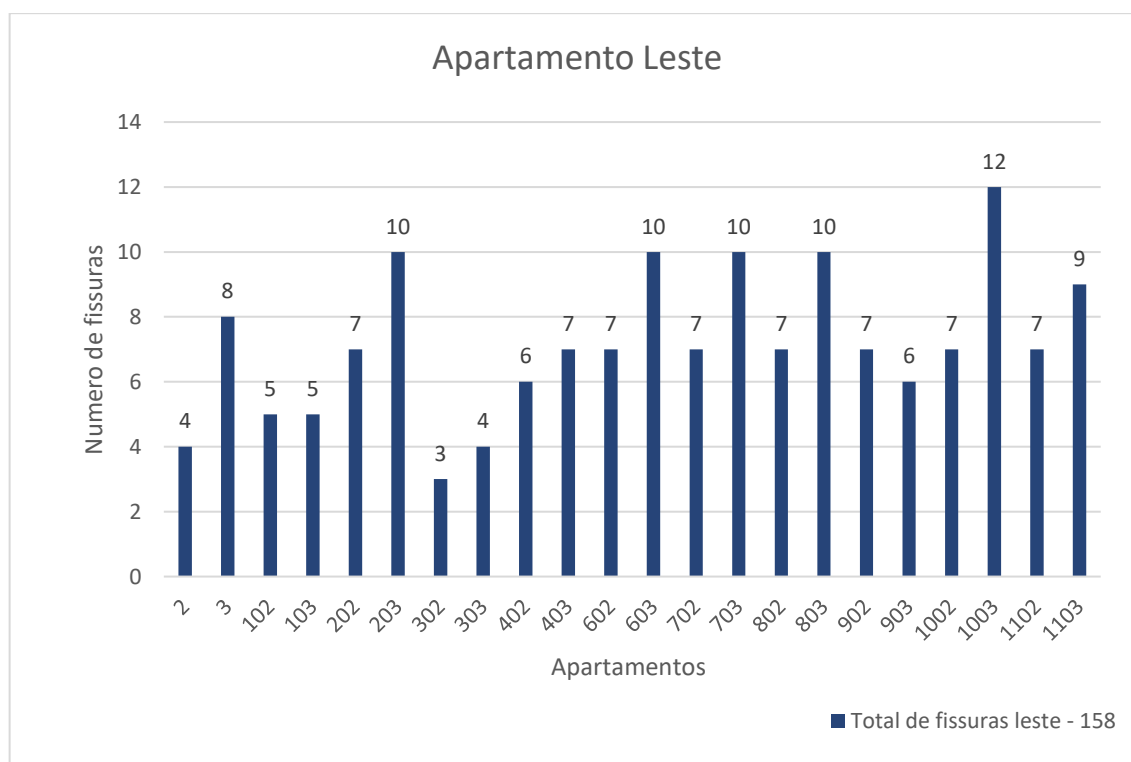




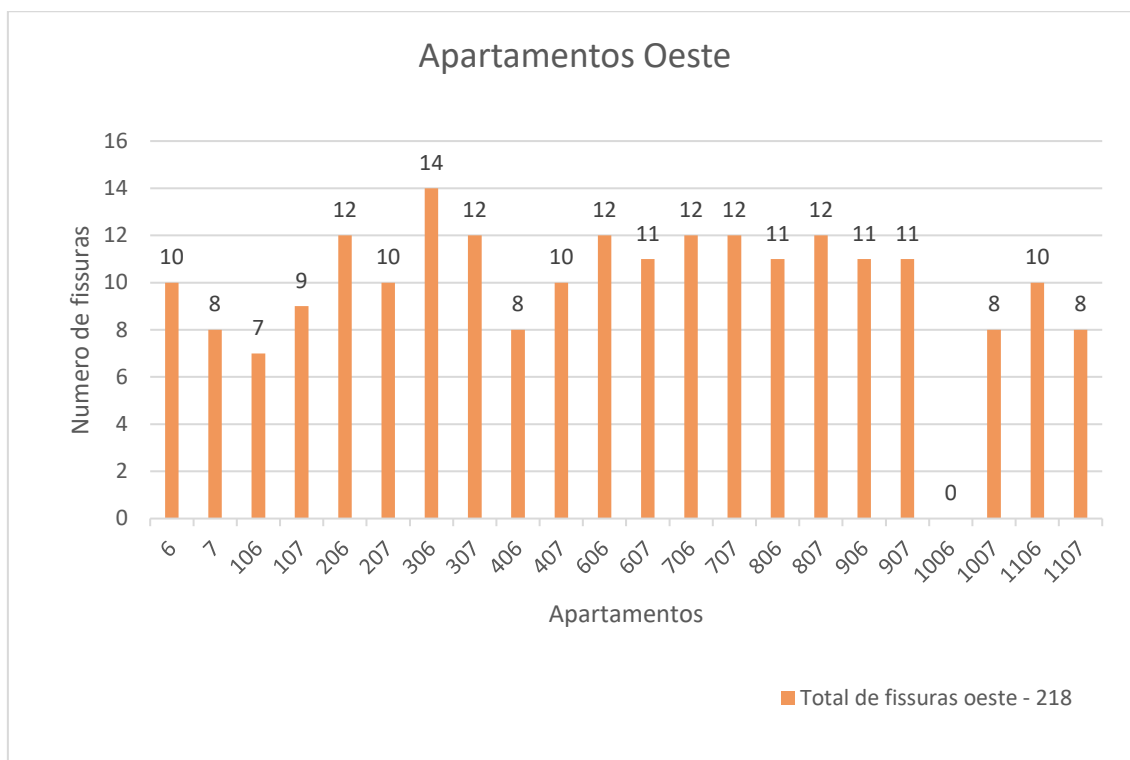
Fonte: Autora (2022).

Conforme observa-se no Gráfico 4, apenas o 5º pavimento não apresentou fissuras. Além disso, foram registradas um total de 549 fissuras, cuja espessura varia de 0,1 a 0,6 mm, tendo uma média de 91,5 fissuras por pavimento. Ressalta-se ainda que o maior número de manifestações se encontra no 3º pavimento. Ademais, os apartamentos (coluna 6 e 7) localizados a oeste na edificação, apresentam um número maior de fissuração, num total de 218, estando mais presente a espessura de 0,3 mm, isso demonstra uma das consequências do processo construtivo, uma vez que o sol se põe no Oeste e o concreto tem o calor específico $c = 0,18 \text{ cal/g.}^{\circ}\text{C}$. Sendo assim, esses apartamentos pegam sol a tarde e por sua vez o tempo de insolação nas paredes é maior, logo, possivelmente a ausência de um espaço para dilatação junto a esses fatores acabam por gerar essas fissurações. Outrossim, como essas manifestações patológicas surgem após a desforma dos elementos estruturais, é possível perceber fissurações ocasionadas provavelmente devido a retração por secagem.

Gráfico 5 - Distribuição das fissuras nos apartamentos leste.



Fonte: Autora (2022).

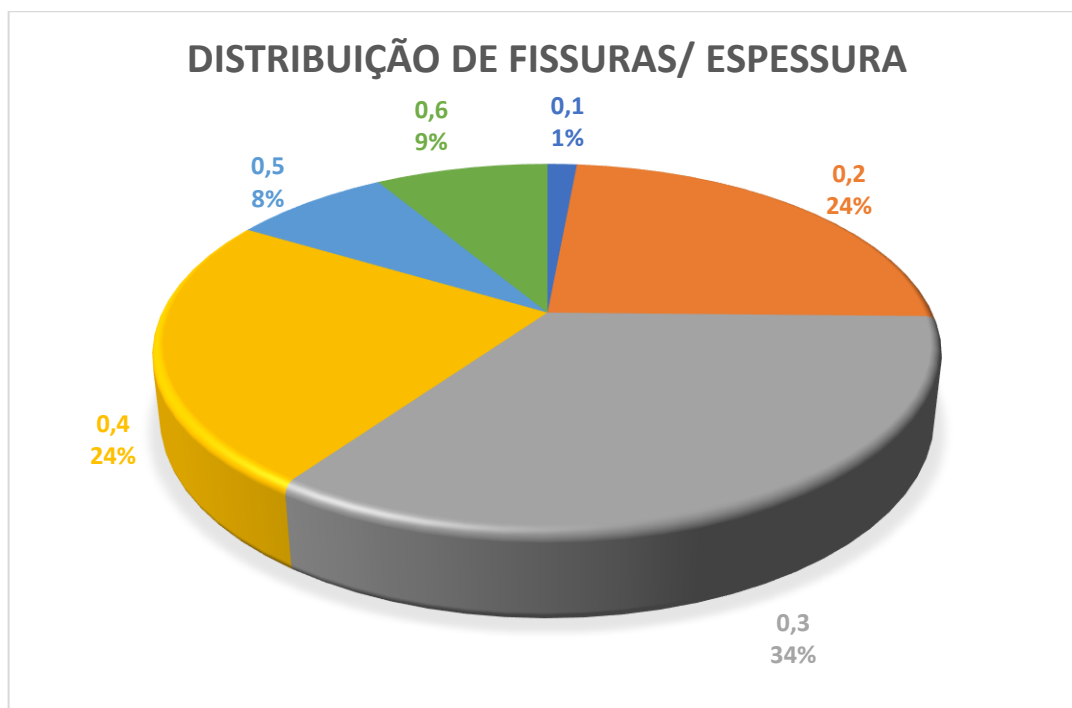
Gráfico 6 - Distribuição das fissuras nos apartamentos Oeste

Fonte: Autora (2022).

Conforme os gráficos acima (Gráfico 5 e Gráfico 6), nota-se que no lado leste a menor quantidade de fissuras são três (unidade 302) e a maior são doze (unidade 1003), contudo há uma moda considerável de 7 fissuras nos apartamentos. Já no lado oeste, o único apartamento que não apresentou essa manifestação foi o 1006, consoante a isso, a menor quantidade foi 7 (unidade 106), a maior foi 14 (unidade 306) e apresenta uma moda de 12 fissuras nos apartamentos.

Outro fator que poderia explicar a incidência menor de fissuras no lado leste, é que os ventos de Aracaju sopram no sentido leste e sudeste, sendo assim, há um maior resfriamento das paredes localizadas nesse lado da edificação. No lado oeste, como há uma maior incidência solar, acaba por gerar uma aversez da aceleração do consumo de água no cimento gerando fissuras plásticas.

Gráfico 7 - Distribuição das fissuras por espessura



Fonte: Autora

Conforme o Gráfico 7, infere-se que as espessuras mais presentes na edificação são as de 0,3 mm (34%), 0,4 mm (24%) e 0,2 mm (24%), sendo que a maior espessura das fissuras é 0,6mm e representa 9% e a menor espessura é 0,1 mm, com 1%.

Quadro 2 - Data das concretagens com suas respectivas temperaturas

Torre Coral				
Pavimento	Ciclo 2		Ciclo 1	
11° PAV	02/09/2022	T min=27°C T Max= 31°C	1/31/2022	T min=27°C T Max= 31°C
10° PAV	1/22/2022	T min=24°C T Max= 31°C	1/19/2022	T min=24°C T Max= 32°C
9° PAV	1/14/2022	T min=25°C T Max= 30°C	01/12/2022	T min=23°C T Max= 30°C

Torre Coral				
Pavimento	Ciclo 2		Ciclo 1	
8° PAV	01/07/2022	T min=26°C T Max= 31°C	01/05/2022	T min=26°C T Max= 29°C
7° PAV	12/15/2021	T min=25°C T Max= 30°C	12/13/2021	T min=25°C T Max= 30°C
6° PAV	12/07/2021	T min=25°C T Max= 30°C	12/03/2021	T min=26°C T Max= 31°C
5° PAV	11/30/2021	T min=26°C T Max= 31°C	11/26/2021	T min=23°C T Max= 28°C
4° PAV	11/23/2021	T min=26°C T Max= 31°C	11/18/2021	T min=25°C T Max= 30°C
3° PAV	11/12/2021	T min=24°C T Max= 30°C	11/10/2021	T min=26°C T Max= 30°C
2° PAV	11/04/2021	T min=23°C T Max= 30°C	11/01/2021	T min=26°C T Max= 30°C
1° PAV	10/27/2021	T min=25°C T Max= 29°C	10/22/2021	T min=26°C T Max= 30°C
T	10/04/2021	T min=24°C T Max= 30°C	9/28/2021	T min=22°C T Max= 29°C

Fonte: Autora (2022).

Nota-se no Quadro 2, que as concretagens foram realizadas em sua maioria na primavera, estação do ano em que no Nordeste faz muito calor e pouca ou nenhuma chuva, suas temperaturas máximas variaram de 22°C a 33°C, contribuindo assim para o surgimento dessas fissuras.

Além disso, outro fator a ser considerado, é que apesar da concretagem ser realizada no final da tarde, por volta das 16 horas, como as fôrmas são metálicas, ou seja, são ótimas condutoras de calor, e montadas durante o dia, quando o concreto é lançado nas mesmas, ela ainda está quente, sendo assim, o concreto acaba por perder água no próprio lançamento, influenciando na relação água/cimento, bem como, na fissuração das suas paredes.

5.3 ANÁLISE DOS MATERIAIS EMPREGADOS NA ESTRUTURA

As informações apresentadas nesta etapa foram obtidas pela autora através do acesso aos projetos, além de visitas técnicas no canteiro de obra.

5.3.1 Fôrmas

São utilizadas fôrmas metálicas modulares (Figura 24), concretadas semanalmente em 2 ciclos. Elas são reutilizadas em todas as obras da empresa e, quando necessário, passam por reparos pontuais. Ao final do seu uso na obra, as fôrmas são lavadas (retirando o máximo de resíduo de concreto), pintadas, reparadas (se necessário) e alocadas para a próxima obra. A espessura final das paredes é de 12 centímetros.

Figura 24 - Fôrmas utilizadas no canteiro



Fonte: Autora (2022).

. A NBR 16055:2012 não especifica o número de vezes que as fôrmas podem ser aproveitadas e nem o material constituinte, contudo ela informa que devem ser verificadas as características e a capacidade resistente da mesma e do material que a constitui, assim como, ela não deve influenciar no formato, a função, a aparência e a durabilidade de uma estrutura de parede de concreto. Além disso, a norma estabelece como espessura mínima da parede 10 cm, sendo assim, a obra atende a esta especificação.

5.3.2 Armaduras

As armaduras utilizadas na obra foram telas soldadas de aço CA-60 e CA-50, tendo como bitolas as de 5, 6.3, 12.5, 8 e 10 mm, além de possuir a tela Q193. São utilizados espaçadores para garantir a centralidade das mesmas. A NBR 16055:2012 não especifica quais as bitolas ou armaduras que devem ser utilizadas, contudo, ela fala dos requisitos que o projetista precisa atender a fim de garantir a segurança da edificação.

5.4 ANÁLISE DO CONCRETO

5.4.1 Concretagem

O concreto utilizado é misturado em usina, bombeado e auto adensável, cimento CPV - ARI e as suas especificações são as seguintes:

- Resistência característica: 30 Mpa aos 28 dias;
- Resistência média a 14 horas e 18 horas: 03 Mpa;
- Módulo de elasticidade secante: 27 GPa;
- *Slump flow*: 740 ± 30 mm;
- Relação água/cimento: 0,504;

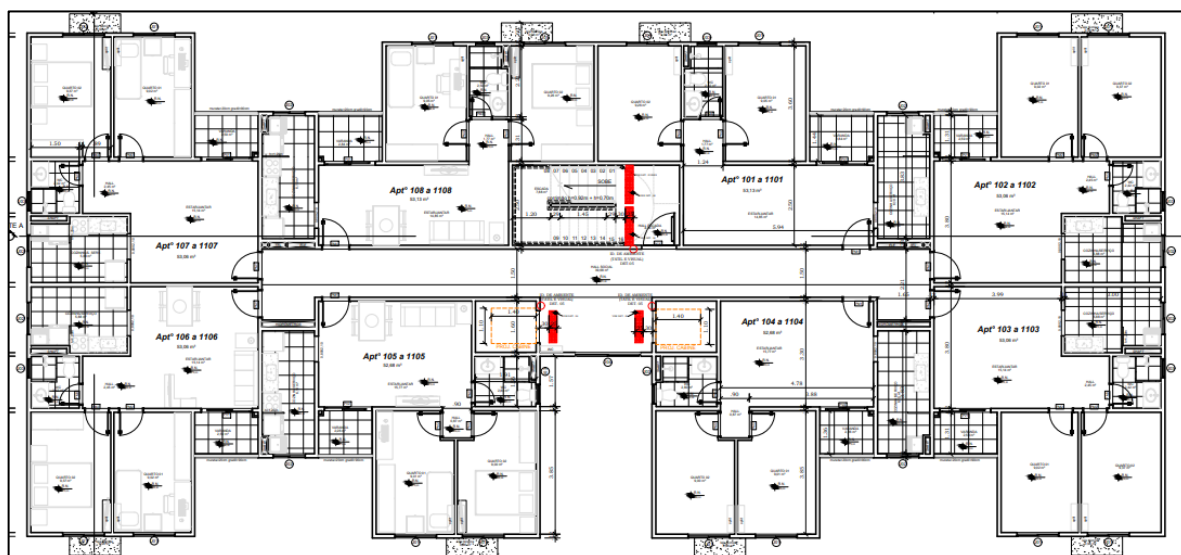
De acordo com a NBR 15823 – 1 o *slump flow* para estruturas de paredes, vigas, pilares e outros deve estar entre 660 a 750 mm e segundo a NBR 16055: 2012, o Fck deve ser menor ou igual a 40 Mpa, sendo assim, pode-se concluir que o concreto atende a estes requisitos.

Na concretagem são moldadas as paredes de concreto, conforme o layout das torres (Figura 25), 8 apartamentos por pavimento. Cada torre conta com 12 pavimentos (térreo mais 11 pavimentos). Para cada pavimento são considerados dois ciclos de concretagem, o ciclo1 e o ciclo 2, divididos por uma junta de dilatação, como o ciclo 1 é maior, dura em torno de 3 dias, já o ciclo 2 tem a duração de 2 dias. Considerando este ritmo, a estrutura de uma torre é erguida em 03 meses.

O ciclo 1 é composto pelos apartamentos de final 5,6,7 e 8, hall entre os mesmos, escada e o poço dos dois elevadores. Este lado consome em média 81 m³ a cada concretagem.

O ciclo 2 é composto pelos apartamentos de final 1,2,3 e 4, hall entre os mesmos. Consome em média 62 m³ por concretagem.

Figura 25 - Pavimento Tipo e Layout das unidades padrão do empreendimento estudado



Fonte: Construtora estudada (2022)

Ao ser descarregado o concreto, são moldados 5 corpos de prova por caminhão. Destes 9 CPs, 2 são rompidos após 14 horas, 2 após 7 dias, 2 após 14

dias, 2 aos 28 dias e caso a resistência não seja atendida, é rompido o último aos 63 dias. Para cada ciclo de concretagem é moldado um corpo de prova para ser rompido aos 28 dias para determinação do módulo de elasticidade.

Caso, após 14 horas, o ensaio confirme que o concreto apresenta resistência de 3 Mpa ou superior, será realizada a desforma e posterior montagem das mesmas para a próxima concretagem.

O concreto é auto adensável, contudo, após o lançamento completo do concreto é realizado a vibração. O adensamento das paredes não é realizado por camada, ou seja, o mangote de vibração é inserido até o pé da parede e retirado em movimento lento até a superfície. Este processo é repetido a cada 60 cm, em média, pela extensão da parede.

O concreto chega, normalmente, ao canteiro com Slump flow de 74 ± 3 cm. O escoramento é retirado totalmente após 28 dias.

5.4.2 Análise do F_{ck} , estimado

Quadro 3 – F_{ck} , estimado de todos os corpos de prova da torre coral

Torre Coral				
	Ciclo 2		Ciclo 1	
Pavimentos	Caminhão	F_{ck} , estimado	Caminhão	F_{ck} , estimado
11° PAV	Caminhão 1	F_{ck} , e = 36,5 MPA	Caminhão 1	F_{ck} , e = 33,5 MPA
	Caminhão 2	F_{ck} , e = 37,2 MPA	Caminhão 2	F_{ck} , e = 33,6 MPA
	Caminhão 3	F_{ck} , e = 35,7 MPA	Caminhão 3	F_{ck} , e = 34,7 MPA
	Caminhão 4	F_{ck} , e = 40 MPA	Caminhão 4	F_{ck} , e = 33,3 MPA
	Caminhão 5	F_{ck} , e = 36,8 MPA	Caminhão 5	F_{ck} , e = 34,5 MPA
	Caminhão 6	F_{ck} , e = 37,8 MPA	Caminhão 6	F_{ck} , e = 34,2 MPA
	Caminhão 7	F_{ck} , e = 36,3 MPA	Caminhão 7	F_{ck} , e = 33,8 MPA
	Caminhão 8	F_{ck} , e = 37,1 MPA	Caminhão 8	F_{ck} , e = 33,4 MPA
			Caminhão 9	F_{ck} , e = 32,8 MPA
10° PAV	Caminhão 1	F_{ck} , e = 35,5 MPA	Caminhão 1	F_{ck} , e = 34,3 MPA
	Caminhão 2	F_{ck} , e = 34,7 MPA	Caminhão 2	F_{ck} , e = 33,4 MPA
	Caminhão 3	F_{ck} , e = 36,8 MPA	Caminhão 3	F_{ck} , e = 35 MPA
	Caminhão 4	F_{ck} , e = 36,5 MPA	Caminhão 4	F_{ck} , e = 34,9 MPA
	Caminhão 5	F_{ck} , e = 36,7 MPA	Caminhão 5	F_{ck} , e = 33,2 MPA
	Caminhão 6	F_{ck} , e = 37,3 MPA	Caminhão 6	F_{ck} , e = 34,8 MPA

Torre Coral				
	Ciclo 2		Ciclo 1	
Pavimentos	Caminhão	Fck, estimado	Caminhão	Fck, estimado
	Caminhão 7	Fck, e = 33,5 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 31,7 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 36,3 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 31,3 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 32,7 MPA
9° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 33,5 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 32,5 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 35,5 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 33,5 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 35,7 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 31,8 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 34,5 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 30,9 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 35,5 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 32,7 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 34,9 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 32,3 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 33,3 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 30,8 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 33,7 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 32,2 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 32,5 MPA
8° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 33 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 33,9 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 32,1 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 33,4 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 31,5 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 34,4 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 31,9 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 33 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 32,8 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 34,7 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 31,7 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 33,1 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 32,2 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 32,8 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 32,9 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 32,4 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 33,8 MPA
7° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 35,1 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 36 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 37,8 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 36,4 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 38,7 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 33,8 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 36,5 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 39,2 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 37,6 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 39,7 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 35,2 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 35,2 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 38,5 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 35,8 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 36,2 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 38,3 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 38,9 MPA
6° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 33,5 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 35,9 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 35,5 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 34,9 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 35,7 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 35,7 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 34,5 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 35,5 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 35,5 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 35 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 34,9 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 35,8 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 33,3 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 36,7 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 33,7 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 35,6 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 34,8 MPA
5° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 36,9 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 35,9 MPA

Torre Coral				
	Ciclo 2		Ciclo 1	
Pavimentos	Caminhão	Fck, estimado	Caminhão	Fck, estimado
	Caminhão 2	Fck, e = 35,8 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 34,9 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 34,5 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 35,7 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 35,4 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 35,5 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 36,8 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 35 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 37,4 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 35,8 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 36,7 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 36,7 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 36,5 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 35,6 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 34,8 MPA
4° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 36,5 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 33,5 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 37,2 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 33,6 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 35,7 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 34,7 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 40 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 33,3 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 36,8 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 34,5 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 37,8 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 34,2 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 36,3 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 33,8 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 37,1 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 33,4 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 32,8 MPA
3° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 33,9 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 35,8 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 34,2 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 34,5 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 35,7 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 35 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 33 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 34,3 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 35,1 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 35,9 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 33,7 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 33,7 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 32,7 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 36,1 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 32,8 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 34,3 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 36 MPA
2° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 35,1 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 36 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 37,8 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 36,4 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 38,7 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 33,8 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 36,5 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 39,2 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 37,6 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 39,7 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 35,2 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 35,2 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 38,5 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 35,8 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 36,2 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 38,3 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 38,9 MPA
1° PAV	Caminhão 1	Fck, e = 34,7 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 34,5 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 34,9 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 33,6 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 34,9 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 34,2 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 33,9 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 33,8 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 34,7 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 35,2 MPA

Torre Coral				
	Ciclo 2		Ciclo 1	
Pavimentos	Caminhão	Fck, estimado	Caminhão	Fck, estimado
	Caminhão 6	Fck, e = 33,8 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 34,3 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 32,8 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 34,7 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 33,8 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 33,7 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 33,2 MPA
T	Caminhão 1	Fck, e = 36,9 MPA	Caminhão 1	Fck, e = 35,9 MPA
	Caminhão 2	Fck, e = 35,8 MPA	Caminhão 2	Fck, e = 34,9 MPA
	Caminhão 3	Fck, e = 34,5 MPA	Caminhão 3	Fck, e = 35,7 MPA
	Caminhão 4	Fck, e = 35,4 MPA	Caminhão 4	Fck, e = 35,5 MPA
	Caminhão 5	Fck, e = 36,8 MPA	Caminhão 5	Fck, e = 35 MPA
	Caminhão 6	Fck, e = 37,4 MPA	Caminhão 6	Fck, e = 35,8 MPA
	Caminhão 7	Fck, e = 36,7 MPA	Caminhão 7	Fck, e = 36,7 MPA
	Caminhão 8	Fck, e = 36,5 MPA	Caminhão 8	Fck, e = 35,6 MPA
			Caminhão 9	Fck, e = 34,8 MPA

Fonte: Autora (2022)

Conforme Quadro 3 e com o auxílio da NBR 12655:2022, nota-se que o Fck, estimado da estrutura não foi inferior ao Fck, requerido (30 MPa), sendo assim, possivelmente as manifestações patológicas presentes na edificação são causadas pela execução e não pelo material empregado.

5.5 ANÁLISE DO TRAÇO

Quadro 4 - Consumo de materiais utilizado na obra em questão

Bombeável - fc 14hs 3,0MPa - Classe de Abatimento SF2 700±50 mm - Brita 0							
fck (MPa)	Cimento (kg/m³)	Areia Média (kg/m³)	Brita 0 (kg/m³)	Água (kg/m³)	Aditivo 1 (ml/m³)	Aditivo 2 (ml/m³)	Fibra (kg/m³)
30,0	375	987	817	189	2400	1500	0,30

Fonte: Obra (2022).

Quadro 5 – Cálculo do teor de argamassa seca e relação água/materiais secos

	Consumo (kg/m³)	Traço
Cimento	375	1
Areia	987	2,632
Brita 0	817	2,178667
Água	189	0,504

Aditivo 1	2400	6,4
Aditivo 2	1500	4
Fibra	0,3	0,0008
α (%)	62,502	
H (%)	9,096	

Fonte: Autora (2022).

De acordo com as informações fornecidas pela obra a respeito do consumo dos materiais, informado no Quadro 4, calculou-se o teor de argamassa seca (α (%)) e a relação água/materiais secos (H (%)) que estão contidos no Quadro 5. Desta forma, nota-se que o teor de argamassa seca foi alto, em sua tese de mestrado, Paulo Miguel afirma que o valor ideal está em 54% e 60% e este influencia no aumento do custo do concreto, na coesão, facilidade de bombeamento, acabamento, ocorrência de fissurações, diminuição do módulo de elasticidade e de ruptura a tração. Já o valor da relação água/materiais secos (H%) também foi alto, já que foram utilizados aditivo superplastificante e polifuncional em conjunto, como informado pela empresa. Ademais, a escolha desses aditivos não se mostrou adequado segundo o meio científico, em que concretos auto adensáveis devem ser dosados com aditivos superplastificantes (para fluidificar) e aditivos modificadores de viscosidade (que permitem o auto espalhamento e estabilidade).

Em relação às fibras, provavelmente foram incorporadas para reduzir a incidência de fissurações nas paredes moldadas in loco, no entanto, através das discussões realizadas anteriormente, percebe-se que o número e tipologia de fissuras encontradas no empreendimento, permaneceu alta, talvez devido ao também alto valor de (H%), o que facilita o aparecimento de fissuras por secagem, dentre outras.

6 CONCLUSÃO

O sistema de concreto moldado in loco traz consigo rapidez no processo construtivo, bem como, uma economia de matérias e mão de obra, contudo apesar da busca constante pelo controle e qualidade dessa forma construtiva, como, concreto pedido de fábrica, utilização de concreto auto adensável, uso de fôrmas, dentre outras formas de padronizar o sistema, ainda assim, ocorrem vários defeitos oriundos da execução desse processo construtivo, muitas vezes ligada a mão de obra não qualificada.

Nota-se que um dos fatores contribuintes para a presença das manifestações patológicas na edificação analisada foi relacionado a temperatura, por exemplo, estação do ano e horário da concretagem e a posição do apartamento em relação ao sol, uma vez que estes fatores influenciam diretamente na relação água/cimento, resultando no aparecimento de fissuras. Sendo assim, é intrínseco que seja analisado ainda na fase de planejamento quais os melhores meses para que se inicie cada etapa da construção e qual o melhor horário da concretagem e montagem das fôrmas, tendo em vista que tanto o concreto como as fôrmas metálicas são ótimos condutores de calor, tal qual, um investimento numa cura constante e adequada já que estas paredes de concreto acabam por ter uma maior perda de água durante a reação exotérmica do concreto.

Consoante a isto, outra condição essencial para uma boa execução do processo construtivo é fruto do controle dos materiais empregados, a exemplo disto, temos a análise do Fck, estimado, uma vez que é fundamental que o concreto utilizado na edificação atenda ao concreto que foi solicitado pelo projetista estrutural, desta forma, é preciso que seja feito o controle de todo o concreto utilizado na obra por meio dos testes que a norma exige (*slump test.*, rompimento de corpos de prova, dentre outros) como meio de garantir a qualidade e segurança aos cliente e da própria construtora. Além disso, é necessário que as fôrmas estejam limpas e com um mínimo de irregularidades possível já que como o próprio nome sugere, ela será o que dará a forma da edificação.

Ademais, apesar do processo construtivo se mostra econômico em termos de consumo de mão de obra, por temos um concreto auto adensável, notou se um

elevado consumo de materiais finos (cimento, areia e brita), bem como, a inserção de aditivos para uma maior economia de água e uma melhor plasticidade do concreto utilizado, o que passa a encarecer a construção. Além disso, notou-se que fora utilizado um aditivo super plastificante, o que ajuda ao concreto a fluir, porém não foi utilizado um aditivo para aumentar a viscosidade do concreto, o que faria com que o concreto, de fato, se auto adensasse e não necessitasse de vibração, desta forma, conclui-se que o concreto não é auto adensável.

Por fim, ao discutir-se sobre as vantagens e desvantagens ou sua aplicabilidade em cada obra é vital que seja analisado qual o tipo de obra a ser construído, qual o tipo de mão de obra se tem disponível, qual o entendimento da construtora a respeito deste modelo construtivo e qual o tamanho do investimento que a empresa está disposta a assumir para este modelo construtivo, uma vez que isto embasará na tomada de decisão do gestor da empresa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento**. Rio de Janeiro. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15823: Concreto auto adensável Parte 1: Classificação, controle e recebimento no estado fresco**. Rio de Janeiro. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055: Paredes de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro. 2012.

Bittencourt, P.R.A. e Paranaíba, A.U., 2020. **Manifestações patológicas em habitações de interesse social, feitas de parede de concreto moldado in loco**. PUC, Goiás, 2020.

Costa, Ada Catarina Soares de Sena e Cabral, Antônio Eduardo Bezerra. **Estudo comparativo entre o concreto autoadensável e o concreto convencional vibrado em obra vertical**. Ambiente Construído [online]. 2019, v. 19, n. 4 [Acessado em 3 junho de 2022], pp. 289-301. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000400356>>. Epub 03 Out 2019. ISSN 1678-8621. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000400356>.

CUBE DO CONCRETO. **Teor de argamassa seca ou fator de argamassa seca**. Disponível em: <http://www.clubedoconcreto.com.br/2014/04/teor-de-argamassa-ou-fator-de-argamassa.html>. Acesso em 10 de julho de 2022

ESTUDO DA INFLUENCIA DO TEOR DE ARGAMASSA NO DESEMPENHO DE CONCRETOS AUTO ADENSÁVEIS. Orientador: PROF. DR. DENISE CARPENA COITINHO DAL MOLIM E PROF. DR. ANGELA BORGES MASUERO. 2005. 178 f. DISSERTAÇÃO (MESTRADO) (MESTRE EM ENGENHARIA) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, PORTO ALEGRE, 2005. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8142/000568918.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2022.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil 2016-2019**. Belo Horizonte.2021.

Helene, Paulo R.L.,1949. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2ªedição, São Paulo: Pini, 1992.

IMIRANTE.COM. **Déficit habitacional brasileiro corresponde a 7 milhões de moradias**. Disponível em: <https://imirante.com/noticias/sao-luis/2022/05/31/deficit-habitacional-brasileiro-corresponde-a-7-milhoes-de-moradias>.Acesso em 13 de julho de 2022

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama da cidade de Aracaju,2021**. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/aracaju/panorama>. Acesso em 03 de julho de 2022

MACCAFERRI. **Fibras - Fibromac**. Disponível em <https://www.maccaferri.com.br/produtos/fibras/fibras-fibromac>. Acesso em 17 de julho de 2022

MATCHEM. **Linha Maxifluid M**. Disponível em <https://matchem.com.br/linha-maxifluid-m/> Acesso em 17 de julho de 2022

SATHLER, João Eduardo Versiani; SANTOS, Letícia Mendonça dos; BARBOSA, Flávio Alchaar; CABRAL, Dr. Stênio Cavalier. **Comparativo do concreto convencional com o concreto autoadensável**. Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM Minas Gerais – Brasil, v. 12, n. VI, p. 3-10, 1 out. 2017. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/files/2017/08/Stenio1108.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.

SEMINÁRIO BAIANO DE DESEMPENHO E DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES, 3º., 2020, Salvador. **Caracterização de concretos de cimento Portland por meio da velocidade de pulso ultrassônica [...]**. [S. l.]: Daniel Vêras Ribeiro, 2020. Disponível em: <https://www.baducon.com.br/images/anais/anaisbaducon2020.pdf>. Acesso em: 27 de junho de 2022.

SERRA, Jordana Herbster Ferraz. **Avaliação da utilização do concreto autoadensável em uma obra de edificação vertical**. Fortaleza ,2015.

Sousa, Ateilson F. e Badaró, Wendel A., 2019. **Estudo das manifestações patológicas causadas por falhas operacionais em parede de concreto moldado in loco** .IFG, Goiás, 2019.

TECNOSIL. **Concreto autoadensável: Principais características e aplicações**,2019. Disponível em:<https://www.tecnosilbr.com.br/concreto-auto-adensavel-principais-caracteristicas-e-aplicacoes-2/>. Acesso em: 02 de julho de 2022.