

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**AMANDA MATOS DE MACEDO**

**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PÓS-OBRA  
EM EDIFICAÇÕES DE DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS DE UMA  
CONSTRUTORA**

**CAXIAS DO SUL  
2022**

**AMANDA MATOS DE MACEDO**

**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PÓS-OBRA  
EM EDIFICAÇÕES DE DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS DE UMA  
CONSTRUTORA**

Trabalho de Conclusão de Curso II desenvolvido no curso de Engenharia Civil da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Mauricio Schafer

**CAXIAS DO SUL**

**2022**

**AMANDA MATOS DE MACEDO**

**ANÁLISE DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PÓS-OBRA  
EM EDIFICAÇÕES DE DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS DE UMA  
CONSTRUTORA**

Trabalho de Conclusão de Curso II desenvolvido no curso de Engenharia Civil da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Aprovado em** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Prof. Me. Mauricio Schafer

Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Me. Givanildo Garlet

Universidade de Caxias do Sul - UCS

---

Prof. Me. Vinicio Cecconello

Universidade de Caxias do Sul – UCS

## RESUMO

MACEDO, A. M. **Análise das principais manifestações patológicas no pós-obra em edificações de diferentes regiões do país de uma construtora.** Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade de Caxias do Sul – UCS. Caxias do Sul/RS, p. 108. 2022.

Nos dias atuais, a utilização do concreto armado e alvenaria estrutural são amplamente empregados em empreendimentos de variados setores da construção civil. No entanto, as manifestações patológicas estão presentes na maioria das edificações, resultando na redução de vida útil e durabilidade. O presente trabalho busca avaliar a paridade de manifestações patológicas na fase de pós-obra de dois diferentes métodos construtivos, com diferentes períodos de uso, através da análise de dados compartilhados por empresa construtora atuante à nível nacional, obtidos pelo setor de assistência técnica do pós-entrega. E através disso apresentar a importância da prevenção durante a concepção do projeto e execução, a fim de minimizar as ocorrências de não conformidades após a entrega para o usuário final. Para o desenvolvimento do trabalho, foram realizados estudos em oito empreendimentos, sendo quatro em alvenaria estrutural, com idades que variam de 1 a 5 anos, e quatro em concreto armado, com idades que variam de 1 a 2 anos. Cabe salientar que os empreendimentos citados ao longo do trabalho estão localizados em diferentes regiões do país, e a coleta e análise de dados de pós-obra foram realizadas com auxílio do *software Power BI*. Após o levantamento de dados em relação aos registros de manifestações patológicas e dos custos relativos ao pós-obra de cada empreendimento, foram feitos comparativos entre métodos construtivos a fim de analisar se existe alguma ligação dos resultados em relação a região de localização ou ao próprio método construtivo utilizado. Ao avaliar os grupos de sistemas e suas principais manifestações patológicas, pode-se observar que os problemas com maiores periodicidades apareceram de maneira semelhante nos empreendimentos, mesmo sendo métodos construtivos diferentes e localizados em diferentes regiões do país. Quanto aos custos dos dois métodos construtivos, não ocorreram padrões de comportamento nas porcentagens dos períodos analisados em relação aos gastos gerados no pós-obra em referência ao orçamento total.

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas. Métodos construtivos. Alvenaria estrutural. Concreto armado.

## ABSTRACT

MACEDO, A. M. **Analysis of the main pathological manifestations in the post-construction period in buildings in different regions of the country of a construction company.** Completion of course work – Civil Engineering Course, University of Caxias do Sul – UCS. Caxias do Sul/RS, p. 108. 2022.

Nowadays, the use of reinforced concrete and structural masonry are widely used in projects in various sectors of civil construction. However, pathological manifestations are present in most buildings, resulting in reduced service life and durability. The present work seeks to evaluate the parity of pathological manifestations in the post-construction phase of two different construction methods, with different periods of use, through the analysis of data shared by a construction company operating at a national level, obtained by the post-construction technical assistance sector-delivery. And through this, present the importance of prevention during project design and execution, in order to minimize occurrences of nonconformities after delivery to the end user. For the development of the work, studies were carried out in eight projects, four in structural masonry, with ages ranging from 1 to 5 years, and four in reinforced concrete, with ages ranging from 1 to 2 years. It should be noted that the projects mentioned throughout the work are located in different regions of the country, and the post-construction data collection and analysis were carried out with the help of Power BI software. After collecting data in relation to the records of pathological manifestations and the costs related to the post-construction work of each project, comparisons were made between construction methods in order to analyze whether there is any connection between the results in relation to the region of location or to the method itself. constructive used. When evaluating the groups of systems and their main pathological manifestations, it can be observed that the problems with greater periodicity appeared in a similar way in the projects, even with different construction methods and located in different regions of the country. As for the costs of the two construction methods, there were no patterns of behavior in the percentages of the periods analyzed in relation to the expenses generated in the post-construction period in reference to the total budget.

**Keywords:** Pathological manifestations. Constructive methods. Structural masonry. Reinforced concrete.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura de concreto armado (lajes, vigas e pilares) em construção.....	17
Figura 2 – Estrutura de concreto armado pronta.....	17
Figura 3 – Edifícios em alvenaria estrutural.....	19
Figura 4 – Origem das manifestações patológicas.....	23
Figura 5 – Desagregação do concreto.....	27
Figura 6 – Infiltração na laje.....	28
Figura 7 – Bolor e mofo em parede de alvenaria.....	29
Figura 8 – Fissura por movimentação térmica.....	31
Figura 9 – Fissura com componentes inclinados por movimentação térmica.....	31
Figura 10 – Fissura na fachada por movimentação térmica.....	32
Figura 11 – Fissura inclinada no canto da edificação por movimentação térmica.....	32
Figura 12 – Fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica.....	33
Figura 13 – Fissura vertical por movimentação térmica da laje.....	33
Figura 14 – Fissura inclinadas por movimentação térmica em concreto armado.....	34
Figura 15 – Fissura verticais por movimentação térmica em alvenaria.....	34
Figura 16 – Fissuras causadas por movimentação higroscópica.....	35
Figura 17 – Fissuras verticais induzidas por sobrecargas.....	36
Figura 18 – Fissuras horizontais induzidas por sobrecargas.....	36
Figura 19 – Corrosão de armadura em pilar de concreto armado.....	37
Figura 20 – Processo de carbonatação do concreto.....	38
Figura 21 – Ação de agentes de degradação sobre as fachadas.....	40
Figura 22 – Configuração das fissuras de acordo com suas principais causas.....	41
Figura 23 – Descolamento do revestimento de acordo com suas principais causas...41	
Figura 24 – Ocorrência de pulverulência em revestimento de argamassa.....	41
Figura 25 – Exemplo de eflorescência em edifícios.....	41
Figura 26 – Fluxograma para avaliação das edificações.....	42
Figura 27 – Mapa de localização das edificações.....	45
Figura 28 – Fluxograma para coleta de dados da assistência técnica.....	46
Figura 29 – Painel gestão de problemas pós entrega.....	47
Figura 30 - Diagrama de Pareto.....	48
Figura 31 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 1 ano de uso no empreendimento A.....	51

Figura 32 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas no empreendimento A.....	52
Figura 33 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 1 ano de uso no empreendimento B.....	54
Figura 34 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas no empreendimento B.....	55
Figura 35 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 2 anos de uso no empreendimento C.....	56
Figura 36 – Quantitativos de chamados registrados anualmente por sistemas no empreendimento C.....	57
Figura 37 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistema no 1º e 2º ano de uso do empreendimento C.....	58
Figura 38 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 1 ano de uso no empreendimento D.....	60
Figura 39 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas no empreendimento D.....	61
Figura 40 – Comparativo global de ocorrências de chamados entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país.....	63
Figura 41 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país.....	63
Figura 42 – Comparativo global de ocorrências de chamados por unidades entregues entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país.....	64
Figura 43 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por unidades entregues entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país.....	65
Figura 44 – Comparativo global de ocorrências de chamados por metro quadrado entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país.....	66
Figura 45 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por metro quadrado entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país.....	67
Figura 46 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 5 anos de uso no empreendimento E.....	70
Figura 47 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento E.....	71
Figura 48 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento E.....	72

Figura 49 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 5 anos de uso no empreendimento F.....	73
Figura 50 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento F.....	74
Figura 51 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento F.....	75
Figura 52 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 5 anos de uso no empreendimento G.....	77
Figura 53 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento G.....	77
Figura 54 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento G.....	78
Figura 55 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 4 anos de uso no empreendimento H.....	80
Figura 56 – Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 2º ao 4º ano de uso no empreendimento H.....	81
Figura 57 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 2º ao 4º ano de uso no empreendimento H.....	82
Figura 58 – Comparativo global de ocorrências de chamados entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país.....	83
Figura 59 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país.....	84
Figura 60 – Comparativo global de ocorrências de chamados por unidades entregues entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país.....	85
Figura 61 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por unidades entregues entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país.....	85
Figura 62 – Comparativo global de ocorrências de chamados por metro quadrado entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país.....	87
Figura 63 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por metro quadrado entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país.....	87
Figura 64 – Custo global no pós-obra em relação ao orçamento total em empreendimentos em concreto armado.....	90
Figura 65 – Custo global no pós-obra em relação ao orçamento total em empreendimentos em alvenaria estrutural.....	92



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características das edificações em concreto armado.....	44
Quadro 2 – Características das edificações em alvenaria estrutural.....	44

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	OBJETIVOS .....	13
1.1.1	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>13</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>13</b>
1.2	DELIMITAÇÃO .....	13
1.3	DELINEAMENTO .....	14
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1	PROCESSOS CONSTRUTIVOS .....	15
2.1.1	<b>Concreto Armado .....</b>	<b>15</b>
2.1.2	<b>Alvenaria Estrutural .....</b>	<b>18</b>
2.1.2.1	Blocos.....	20
2.1.2.2	Argamassa de assentamento .....	21
2.1.2.3	Graute .....	21
2.2	VIDA ÚTIL E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES.....	21
2.3	ORIGEM E CAUSA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....	22
2.3.1	<b>Manifestações patológicas oriundas do erro da escolha dos materiais.....</b>	<b>24</b>
2.3.2	<b>Manifestações patológicas decorrentes de erros de execução .....</b>	<b>25</b>
2.3.3	<b>Manifestações patológicas decorrentes de erros na fase de utilização.....</b>	<b>25</b>
2.4	PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES..	26
2.4.1	<b>Desagregação do concreto .....</b>	<b>27</b>
2.4.2	<b>Infiltrações .....</b>	<b>28</b>
2.4.3	<b>Fissuras.....</b>	<b>30</b>
2.4.3.1	Fissuras causadas por movimentações térmicas .....	30
2.4.3.2	Fissuras causadas por movimentações higroscópicas.....	35
2.4.3.3	Fissuras causadas por sobrecargas na estrutura.....	35
2.4.4	<b>Corrosão das armaduras .....</b>	<b>37</b>
2.4.5	<b>Carbonatação.....</b>	<b>38</b>
2.4.6	<b>Degradação do revestimento .....</b>	<b>39</b>

<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>42</b>
3.1	ESCOLHA DO TEMA .....	42
3.2	DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CASO.....	43
3.3	LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS.....	45
<b>3.3.1</b>	<b>Coleta dos dados na empresa.....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Custos gerados no pós-obra.....</b>	<b>48</b>
3.4	ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS.....	49
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>	<b>50</b>
4.1	ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DOS CHAMADOS DE PÓS-OBRA POR EMPREENHIMENTO .....	50
<b>4.1.1</b>	<b>Concreto Armado .....</b>	<b>50</b>
4.1.1.1	Região Sul.....	51
4.1.1.2	Região Sudeste.....	53
4.1.1.3	Região Centro-Oeste.....	56
4.1.1.4	Região Nordeste.....	60
4.1.1.5	Comparação entre regiões.....	62
<b>4.1.2</b>	<b>Alvenaria Estrutural .....</b>	<b>69</b>
4.1.2.1	Região Sul.....	69
4.1.2.2	Região Sudeste.....	73
4.1.2.3	Região Centro-Oeste.....	76
4.1.2.4	Região Nordeste.....	79
4.1.2.5	Comparação entre regiões.....	83
4.2	CUSTOS CONCRETO ARMADO X ALVENARIA ESTRUTURAL .....	89
<b>4.2.1</b>	<b>Concreto Armado .....</b>	<b>89</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Alvenaria Estrutural .....</b>	<b>91</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Concreto Armado x Alvenaria Estrutural .....</b>	<b>93</b>
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>95</b>
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	98
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>99</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>105</b>

<b>APÉNDICE B .....</b>	<b>106</b>
<b>APÉNDICE C .....</b>	<b>107</b>
<b>APÉNDICE D .....</b>	<b>108</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da tecnologia concedeu ao homem um acervo de conhecimento, possibilitando dessa forma, que a área da construção civil apresentasse grande crescimento e equilíbrio com o meio ambiente (LICHTENSTEIN, 1985). Com o crescimento acelerado na indústria, houve-se a necessidade de inovações na área, buscando melhorias nos processos construtivos e materiais utilizados. Em contrapartida, algumas estruturas e seus componentes apresentaram desempenho insatisfatório, não atendendo aos objetivos propostos inicialmente (SOUZA; RIPPER, 1998).

O surgimento de manifestações patológicas em uma estrutura ocorre por vários fatores, que acabam por resultar em não conformidades nas edificações. É de grande importância o conhecimento destes fatores para a determinação das medidas a serem tomadas para sua correção, buscando o correto diagnóstico e proporcionando uma recuperação adequada ao problema apresentado (TUTIKIAN; PACHECO, 2013).

No Brasil, o estudo das manifestações patológicas nas edificações, com foco no rigor científico, é relativamente recente. Resultados de pesquisas confirmam que, não conformidades decorrentes de projetos, execução e de utilização de materiais incorretos causam manifestações patológicas que interferem diretamente no desempenho das edificações (LOBO, 2003).

Existem manifestações patológicas que possuem maior incidência, devido à falta de alguns cuidados durante do processo. Para a correção dessas manifestações patológicas, é necessário a utilização de conhecimentos teóricos e práticos, a fim de sanar os problemas apresentados (ALMEIDA, 1999).

Com base nisso, este trabalho tem como objetivo a análise comparativa das manifestações patológicas mais recorrentes em edifícios residenciais com padrão *Minha Casa, Minha Vida* de uma construtora em diferentes regiões do país. O intuito é levantar quais são as origens desses fenômenos, se a região, clima ou método construtivo tem influência no aparecimento das manifestações nos empreendimentos.

## 1.1 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho proposto serão divididos em dois itens, o objetivo geral, em que a visão macro é apresentada, e os objetivos específicos, permitindo maior detalhamento da proposta desta pesquisa.

### 1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar se empreendimentos que utilizam diferentes métodos construtivos apresentam similaridade na ocorrência de manifestações patológicas no pós-obra em regiões distintas do país.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa estão divididos da seguinte forma:

- a) Identificar a partir do Diagrama de Pareto (proporção de 80/20), quais são as três principais manifestações patológicas que ocorrem nos empreendimentos de concreto armado e alvenaria estrutural de uma mesma construtora em diferentes regiões do país;
- b) Identificar a origem das manifestações patológicas apresentadas nas diferentes edificações;
- c) Verificar se a diferença de região a qual está o empreendimento influencia na incidência de diferentes manifestações patológicas no pós-obra;
- d) Avaliar a nível nacional, se a utilização do método construtivo em alvenaria estrutural e concreto armado apresentam manifestações patológicas semelhantes no pós-obra estando na mesma região do país.

## 1.2 DELIMITAÇÃO

A pesquisa apresenta algumas delimitações como, o estudo de duas diferentes tecnologias construtivas para análise comparativa, os dados utilizados serão de manifestações patológicas em empreendimentos entregues nos últimos 5 anos, sendo empreendimentos de uma única empresa objeto de estudo, a utilização e análise dos

dados depende da coleta e compartilhamento por parte da empresa e os empreendimentos citados ao longo do trabalho estão localizados em diferentes regiões do país. Tendo em vista que os empreendimentos estão em diferentes locais não é possível realizar nenhum comparativo envolvendo os tipos de materiais e mão de obra utilizada, pois não há um padrão entre esses.

### 1.3 DELINEAMENTO

Esta pesquisa está organizada em cinco capítulos. No capítulo um estão apresentados os objetivos, justificativa, delimitações e delineamento da pesquisa. No capítulo dois que aborda a revisão bibliográfica, está abordada as diferentes características do concreto armado e da alvenaria estrutural, os conceitos de vida útil e durabilidade das edificações, definição de manifestações patológicas, suas origens e causas, e as manifestações patológicas mais recorrentes em estruturas de concreto armado e em alvenaria estrutural.

No capítulo três é descrito como foram realizadas as etapas de coleta de dados e avaliações. O capítulo quatro aborda as análises realizadas e os resultados obtidos e, por último o capítulo cinco no qual são apresentadas as considerações finais do presente trabalho.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Neste capítulo será apresentado uma revisão dos assuntos associados aos métodos construtivos, vida útil e durabilidade das edificações, origens e causas das manifestações patológicas, tendo como foco as manifestações mais frequentes encontradas nas edificações.

### **2.1 PROCESSOS CONSTRUTIVOS**

Para Sabbatini (1989), um sistema construtivo é designado como um processo de elevado nível de industrialização e de organização, composto por elementos e componentes completamente integrados pelo processo. De acordo com o autor, os processos construtivos podem ser classificados em três tipos, sendo estes tradicionais, racionalizados ou industrializados.

Sabbatini (1989) afirma que o processo construtivo tradicional é baseado na produção artesanal, com uso intensivo de mão de obra e baixa mecanização, ocasionando elevados índices de desperdício de materiais e tempo, descontinuidade e fragmentação da obra. Para o autor, o processo construtivo racionalizado é o mais utilizado nas indústrias manufatureiras, podendo ser empregadas na construção civil sem que ocorra mudanças radicais nos métodos de produção, e o processo industrializado tem como objetivo agregar a produtividade e o nível de produção, com a entrega de melhor custo/benefício, maior qualidade e desempenho.

Segundo a ABDI (2015), no Brasil ainda é muito utilizada a construção com processo convencional, que é caracterizada por ser um processo com altos custos, baixo nível de planejamento, baixa qualificação por parte dos colaboradores, altos desperdícios, baixa qualidade e elevadas incidências de manifestações patológicas. Assim, é importante a inovação por parte da indústria da construção, promovendo processos de forma estruturada, com gestão planejada e com fluxo de produção constante e organizado.

#### **2.1.1 Concreto Armado**

Porto e Fernandes (2015) afirmam que com o crescimento da construção civil, o concreto armado ganhou espaço por conta das suas características, pois quando



utilizado demonstra um ótimo desempenho frente às solicitações, facilidade de execução e economia em relação a outros materiais utilizados. De acordo com os autores, o concreto apresenta uma boa resistência à compressão, porém somente com a utilização do concreto simples, a resistência à tração não demonstra resultados satisfatórios. Deste modo, para alcançar resistência a compressão e tração, busca-se a utilização do concreto armado (concreto e armadura passiva) ou concreto protendido (concreto e armadura ativa).

A baixa resistência à tração do concreto simples é resolvida utilizando armaduras de aço ao longo das peças estruturais. Assim, concreto armado deve ser lembrado sempre como um material composto pelo aço, com o objetivo de alcançar o funcionamento esperado do concreto, atingindo grande resistência e maior rigidez (FUSCO; ONISHI, 2018).

No Brasil, as paredes de concreto inicialmente não eram utilizadas como elemento estrutural, pois os estudos sobre esse sistema construtivo eram escassos. Atualmente, com vários estudos relacionados ao tema, normas técnicas e pesquisas acadêmicas relacionadas ao sistema construtivo, se houve uma familiarização dos profissionais da engenharia a esse processo, fazendo com que seja utilizado cada vez mais na indústria da construção (NUNES, 2011).

Em 2009, com a criação do programa Minha Casa Minha Vida através do Governo Federal, ocorreu um crescimento significativo do sistema construtivo de paredes de concreto armado e se manteve até os dias atuais. Assim, com o uso acentuado desse sistema, a construção civil se mantém cada vez mais industrializada (BRAGUIM, 2013).

No sistema construtivo de paredes de concreto armado são utilizados três principais componentes: as fôrmas, a armadura e o concreto (MISURELLI; MASSUDA, 2009). Pode ser utilizadas fôrmas metálicas, fôrmas plásticas, fôrmas metálicas com compensado, até mesmo fôrmas trepantes para edifícios de múltiplos pavimentos. O conjunto de fôrmas é o responsável pela moldagem do concreto, mas para isso acontecer de forma eficiente, os equipamentos auxiliares, peças de travamento, prumo, escoramento e outros itens utilizados na montagem devem estar funcionando corretamente, com inspeção diária por parte dos colaboradores responsáveis pelo serviço. Com a finalidade de tornar mais claro os conceitos de concreto armado, a Figura 1 apresenta uma estrutura de concreto armado em construção e a Figura 2 uma estrutura de concreto pronta.

Figura 1 – Estrutura de concreto armado (lajes, vigas e pilares) em construção



Fonte: BOTELHO E MARCHETTI (2019).

Figura 2 – Estrutura de concreto armado pronta



Fonte: BOTELHO E MARCHETTI (2019).

Em relação a armação utilizada, são compostas por telas soldadas posicionadas nos eixos das paredes contendo barras de reforço em pontos críticos como vergas, contravergas e cinta superior. Se faz a utilização da armação com o intuito de resistir aos esforços de flexo-torção e diminuir a retração do concreto (ABCP, 2008).

A NBR 14931 (ABNT, 2004) estabelece alguns pontos a serem observados durante o procedimento de concretagem, como o recebimento, liberação, lançamento e amostragem para controle tecnológico. Em relação as características do concreto, deverá apresentar homogeneidade, boa coesão, habilidade passante e resistência a compressão.

A maioria das obras que utilizam paredes de concreto armado no Brasil, usam bombas no lançamento de concretagem, já que as obras de baixo padrão possuem poucos pavimentos. A NBR 16055 (ABNT, 2012), especifica que a concretagem seja feita de baixo para cima em estruturas inclinadas, assim escadas e lajes só podem ser feitas posteriormente à concretagem das paredes.

Segundo Arêas (2013), as paredes de concreto armado moldadas *in loco* potencializaram a produtividade da obra, uma vez que esse processo construtivo apresenta um caráter de racionalização. Porém, existem alguns pontos a serem observados para se obter eficiência no serviço, como a equipe de trabalho, os processos utilizados durante a execução e treinamentos aplicados nos colaboradores responsáveis pelo serviço.

### **2.1.2 Alvenaria Estrutural**

As edificações em alvenaria é um dos métodos construtivos mais aceitos pelo homem desde as civilizações antigas, mas somente no século XIX houve o primeiro relato do uso racional da alvenaria estrutural realizado com estudos teóricos e experimentais, publicado na Índia em 1923 por A. Brebner. A partir dessa época houve várias iniciativas de pesquisas para analisar o comportamento da alvenaria estrutural (MULLER, 1989 apud SILVA, 2003).

Nas décadas de 1960 e 1970, os estudos e investigações experimentais sobre o método de alvenaria estrutural foram intensificados acerca dos efeitos de carga lateral nos painéis de alvenaria e de impactos acidentais sobre elementos estruturais. Contudo, os estudos trouxeram um avanço significativo para as estruturas em

alvenaria, pois serviram como base comparativa para elaboração de novos projetos (SÁNCHEZ, 2013). A Figura 3 apresenta um edifício construído com a utilização do método de alvenaria estrutural.

Figura 3 – Edifícios em alvenaria estrutural



Fonte: HENDRY (1981) apud MOHAMAD (2015).

Dentro dos métodos construtivos utilizando alvenaria, existe o sistema conhecido comumente por alvenaria de vedação, tendo como principais objetivos vedar o ambiente, suportar seu peso, proteger a edificação de agentes naturais e também a separação dos ambientes. A vedação é em si o que define o método em questão, sendo simplesmente a união de elementos colados por uma argamassa específica e apropriada a fim de se formar um único elemento vertical e coeso (TAUIL; NESE, 2010).

Para Pianca (1978), na alvenaria de vedação as paredes podem ser dispostas com menores exigências, as aberturas podem ser recolocadas e o controle de qualidade em relação aos materiais e execução podem ser menos rigorosos, pelo fato de não possuir função estrutural. As paredes são usadas exclusivamente para separações e fechamentos de ambientes, sendo os esforços absorvidos por outros componentes do sistema.

Outro método construtivo utilizando a alvenaria, é o sistema conhecido como alvenaria estrutural, que apresenta muita diferença a frente de outros processos por apresentar maior resistência a danos patológicos. Esse sistema também desempenha dupla função, sendo vedação vertical e suporte estrutural, assim a estrutura resiste às

cargas da edificação, transportando e descarregando as mesmas na fundação. Esse sistema suportará uma quantia de esforços de tração desde que não seja um valor significativo, porém caso a estrutura precise de maior resistência para esse tipo de esforço, é necessário reforços com armadura e graute (RAMALHO; CORRÊA, 2003).

Para Ramalho e Corrêa (2003), o método construtivo em alvenaria estrutural apresenta algumas vantagens a frente de outros métodos convencionais, como a redução nos desperdícios de materiais e mão de obra, pois devido à função estrutural, diminui as chances de improvisações ao longo do processo que conseqüentemente aumentaria o custo da obra. Outra vantagem é a flexibilidade no ritmo de execução da obra, pois caso opte-se pela utilização de lajes pré-moldadas, o andamento da obra não irá depender da cura do concreto, por exemplo. Entretanto, os autores pontuam algumas desvantagens do sistema de alvenaria estrutural, como a dificuldade da alteração do *layout* das paredes, uma vez que não são possíveis adaptações, e a necessidade de mão de obra qualificada, visto que durante o processo são utilizadas ferramentas específicas para a correta execução do serviço.

Em relação ao projeto de alvenaria estrutural, sua unidade básica modular é o bloco com a união proporcionada pela argamassa. Para a definição do bloco que será utilizado deve-se levar em consideração aspectos técnicos do próprio projeto (cálculo estrutural e coordenação modular), à execução (como manuseio e assentamento), aspectos econômicos (custos e consumo de argamassa), desempenho esperado da edificação durante sua vida útil (desempenho térmico e acústico, durabilidade e resistência ao fogo), assim como as propriedades e características do material dos blocos (MOHAMAD; RIZZATTI, 2013).

No Brasil, o material mais utilizado para a alvenaria estrutural são unidades de concreto, unidades cerâmicas e unidades sílico-calcários (RAMALHO; CORRÊA, 2003). E os principais componentes desse método construtivo são as unidades em alvenaria, argamassa de assentamento e graute.

#### 2.1.2.1 Blocos

A NBR 15270-1 (ABNT, 2017) especifica os requisitos dimensionais, propriedades físicas e mecânicas de blocos a serem utilizados em obras de alvenaria (com ou sem função estrutural). A resistência mínima de compressão especificada na norma para blocos estruturais é de 4 MPa. Os blocos mais utilizados na execução da

alvenaria estrutural, são os blocos inteiros (14x19x29 cm), meio bloco (14x19x14 cm) e blocos de amarração (14x19x44 cm). Porém existem outros blocos utilizados para demais funções dentro da alvenaria estrutural, como os blocos canaletas (para execução de vergas e contra vergas, execução de cinta superior para paredes e lajes) e compensador (utilizado para complementar paredes de alvenaria com vãos de portas e janelas, onde não tenham dimensões adequadas para blocos principais).

#### 2.1.2.2 Argamassa de assentamento

A argamassa de assentamento possui como sua função básica a transmissão e uniformização das tensões entre os componentes da alvenaria, absorvendo deformações e prevenindo que ações externas prejudiquem as edificações (RAMALHO; CORREA, 2003). Segundo os autores, as argamassas utilizadas na alvenaria devem apresentar boas características referentes a sua trabalhabilidade, resistência, plasticidade e durabilidade, resultando no aumento de desempenho das edificações.

#### 2.1.2.3 Graute

O graute é um concreto com agregados de dimensões pequenas e relativamente fluido (RAMALHO; CORREA, 2003). Sua função é a de preencher os vazios presentes nos blocos, aumentando sua seção transversal e, conseqüentemente, a resistência. Deve-se verificar a influência do graute na alvenaria em relação a sua resistência a compressão, para atestar se ele apresenta boa consistência, resistência a compressão e retração.

## 2.2 VIDA ÚTIL E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

A ISO 13823 (2008) define vida útil como o período de tempo o qual uma estrutura atende integralmente os requisitos de desempenho do projeto, sem precisar de manutenção ou reparo. Porém, ao longo do tempo a estrutura apresenta não conformidades que acabam por prejudicar o desempenho esperado, esses fenômenos são denominados de manifestações patológicas. Os fatores que reduzem a vida útil de uma estrutura são de caráter técnico, funcionais ou econômicos. Os

aspectos técnicos são referentes ao uso da estrutura (condições para a integridade estrutural da edificação, componentes e materiais utilizados), os fatores funcionais são relacionados ao cumprimento das funções para qual a estrutura foi projetada (capacidade de resistir às ações que é solicitada), e os aspectos econômicos são relativos aos custos necessários de manutenção para que a estrutura continue em uso.

Conforme a ISO 13823 (2008), durabilidade é a estrutura ou seus componentes, com manutenções periódicas, conseguirem atender os requisitos de desempenho, sob influência de ações ambientais, ou pelo processo de envelhecimento natural da edificação. A durabilidade é principalmente uma visão retrospectiva do desempenho da estrutura que depende das características dos componentes, às circunstâncias de exposição e às condições de utilização impostas durante a vida útil da edificação.

Para se atender critérios e requisitos foi-se criada a norma de desempenho das edificações NBR 15575 (ABNT, 2021). A norma tem como objetivo estabelecer parâmetros que atendam às exigências do usuário independentemente do método construtivo utilizado. Foi através da norma de desempenho que o conceito de durabilidade das edificações ganhou atenção da indústria da construção civil.

Para alcançar uma durabilidade satisfatória nas edificações, deve-se fazer uso de materiais adequados na sua concepção, além da utilização correta da edificação por parte dos usuários. A realização de manutenções preventivas também é indicada para a recuperação parcial da perda de desempenho resultante da degradação da estrutura (VILLANUEVA, 2015).

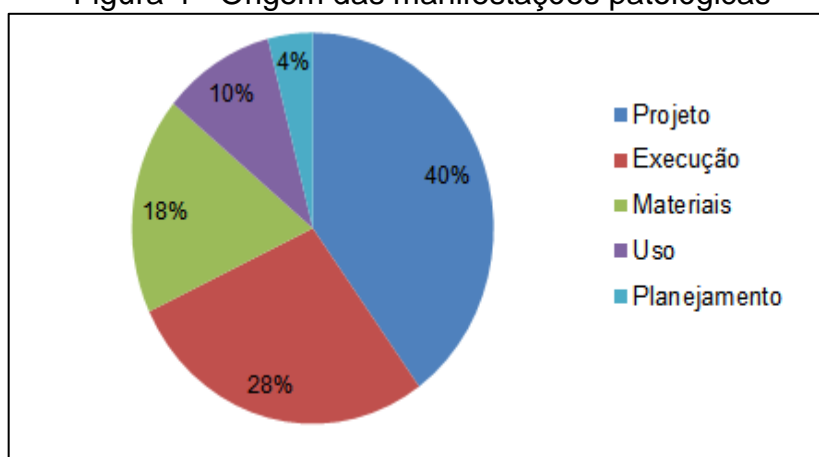
### 2.3 ORIGEM E CAUSA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Helene (1992) afirma que as causas das manifestações patológicas estão relacionadas a vários fenômenos como cargas excessivas, variação de umidade, variações térmicas, incompatibilidade de materiais, entre outros. Porém, o autor reforça que para se determinar a origem das manifestações patológicas, deve-se primeiramente fazer um diagnóstico adequado de cada etapa, buscando solucionar a falha antes que tome maiores proporções.

Segundo Helene (1992), a investigação das origens das manifestações patológicas podem indicar falhas na elaboração do projeto, falhas da mão de obra

durante a execução dos serviços, falhas na qualidade do material utilizado, falta de manutenção, ou até mesmo uso e operação incorretos por parte dos ocupantes. A Figura 4 apresenta as principais origens das manifestações patológicas de acordo com Helene (1992).

Figura 4 - Origem das manifestações patológicas



Fonte: Adaptado de Helene (1992).

Para Souza e Ripper (1998), as causas das manifestações patológicas podem ser agrupadas em intrínsecas e extrínsecas. As causas intrínsecas são aquelas inerentes à própria estrutura, tendo origem nos materiais e/ou componentes da estrutura durante as fases de execução das obras, podendo ocorrer por questões do próprio material, ou por ações externas, como acidentes. Já as causas extrínsecas independem da estrutura em si, sendo os processos de deterioração que agredem a estrutura de dentro pra fora podendo ser falhas humanas durante o projeto ou durante a utilização, junto com ações mecânicas, físicas ou químicas (SOUZA; RIPPER, 1998).

De acordo com Siqueira (2009), os fatores que ocasionam as manifestações patológicas na estrutura podem ser separados em quatro tipos, sendo eles: endógenos (internos), exógenos (externos), naturais e funcionais. Segundo o autor, quando os fatores endógenos, exógenos ou naturais são unidos com fatores funcionais, como falta de manutenção, podem resultar em problemas futuros na estrutura e em seus componentes.

Para Siqueira (2009), os fatores endógenos são provenientes de irregularidades de projeto ou de execução, materiais utilizados não adequados, ou ainda a combinação dessas etapas. Os exógenos são fatores resultantes da



intervenção externa causadas por vizinhos, choques de veículos ou vandalismo, podendo ameaçar seriamente a edificação. Os fatores naturais são causados pela ação da natureza, tais como descargas atmosféricas, enchentes, tremores de terras ou qualquer outro fator acidental que possa ser originado do meio ambiente, e os fatores funcionais são originados pelo uso inadequado da edificação, falta de manutenção, corrosões, infiltrações, desgastes e outros.

De acordo com Souza e Ripper (1998), é possível que ocorram diversas falhas desde a concepção do projeto até o uso da edificação, são exemplos: erros de dimensionamento, especificação inadequada de materiais, más definições das ações atuantes, alterações estruturais indevidas, entre outros. Já as falhas recorrentes da execução são causadas por falta de qualidade da mão de obra, deficiência no controle dos serviços até a má qualidade de materiais e componentes adquiridos para a obra.

### **2.3.1 Manifestações patológicas oriundas do erro da escolha dos materiais**

A escolha dos materiais há serem utilizados durante a execução dos serviços resultam posteriormente em grandes responsabilidades, pois eles correspondem aos principais insumos da construção, impactando diretamente na qualidade e no custo do produto final. Para se obter resultados adequados na execução dos serviços através da escolha dos materiais, os engenheiros ou responsáveis pela obra devem fazer a seleção das características de cada material de acordo com o serviço que será executado, apresentar um bom controle do recebimento dos materiais no canteiro de obras, orientar para uma armazenagem adequada e avaliar e selecionar os fornecedores (SOUZA; ABIKO, 1997).

Souza e Ripper (1998) apontam as maiores incidências de falhas de utilização incorreta de materiais na estrutura e seus componentes:

Utilização de concreto com fck inferior ao especificado, quer no caso de encomenda errada ou de erro no fornecimento de concreto pronto, quer por erro em concreto virado na própria obra; 2) Utilização de aço com características diferentes das especificadas, quer em termos de categorias, quer de bitolas; 3) Assentamento das fundações em camadas de solo com capacidade resistente – ou com características, de uma maneira geral – inferior à requerida; 4) Utilização de agregados reativos, instaurando, desde o início, a possibilidade de geração de reações expansivas de concreto, e potencializando os quadros de desagregação e fissuração do mesmo; 5) Utilização inadequada de aditivos, alterando as características do concreto, em particular as relacionadas com resistência e durabilidade; 6) Dosagem inadequada do concreto (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 33).

Em vista disso, se nota a importância da utilização dos materiais corretos, levando em conta suas especificações, composições e sua qualidade, bem como seu modo de aplicação. Assim, é necessário que os responsáveis técnicos ou profissionais responsáveis estejam cientes sobre a utilização correta de cada material a frente de cada serviço, fazendo com que sejam minimizadas as ocorrências de manifestações patológicas relacionadas ao uso indevido dos materiais, resultando no sucesso da execução no canteiro de obras, redução de retrabalhos e conseqüentemente a satisfação dos clientes (GUIMARÃES, 2003).

### **2.3.2 Manifestações patológicas decorrentes de erros de execução**

Souza e Ripper (1998) afirmam que um dos geradores de falhas no momento de execução é não respeitar a seqüência do processo, ou seja, iniciar a etapa da execução sem estar concluída a etapa de concepção. Desta maneira, podem ocorrer adaptações no projeto durante a execução da obra com o intuito de alcançar simplificações construtivas, porém acabam resultando muitas vezes na ocorrência de erros.

As falhas podem ocorrer pelos mais diversos motivos, como falta de condições nos locais de trabalho, não capacitação dos profissionais da mão de obra, falta do controle de qualidade de execução dos serviços, má qualidade dos materiais utilizados, irresponsabilidades técnicas e até mesmo sabotagem. Alguns exemplos de erros na execução de serviços no canteiro de obras são: falta de prumo, falta de esquadro, desnivelamento de pisos, falta de caimento correto em áreas molhadas, espessura na execução de argamassas de assentamento e flechas excessivas em lajes. Outros erros são mais difíceis de serem identificados, sendo observados somente após algum tempo de uso da edificação, como por exemplo, as instalações elétricas e hidráulicas (SOUZA; RIPPER, 1998).

### **2.3.3 Manifestações patológicas decorrentes de erros na fase de utilização**

Após a entrega da obra pela equipe de execução e concluídas as etapas de vistorias, são entregues as edificações para os seus proprietários. A partir desse momento, mesmo que nenhuma anomalia seja gerada nas etapas construtivas, as edificações podem apresentar não conformidades decorrentes do uso não apropriado

dos usuários ou pela falta de manutenção periódica adequada (SOUZA; RIPPER, 1998).

De acordo com Piancastelli (2005), o uso incorreto da edificação pode ocorrer por vários fatores, como por exemplo: sobrecarga na estrutura, possíveis alterações estruturais, mudança de materiais de revestimento durante reparos na estrutura, limpeza com produtos agressivos e inadequados, falta de manutenção periódica, recuperação ou reforço. Esses problemas poderiam ser evitados pelo meio de instruções aos usuários através da apresentação dos manuais ou informações adicionais por parte dos responsáveis técnicos sobre as possibilidades e as limitações das edificações.

As manifestações patológicas decorrentes do uso da edificação são originadas pela má utilização e falta de manutenção preventiva por parte do usuário, porém existe a parcela de responsabilidade do responsável técnico e dos empreendedores. A falta de fornecimento de manuais de uso e manutenção das edificações, que visam instruir os moradores para a correta utilização da estrutura, resultam em problemas futuros (DAL MOLIN, 1988).

## 2.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NAS EDIFICAÇÕES

De acordo com a NBR 15575 (ABNT, 2021), manifestações patológicas são não conformidades decorrentes de erros durante a escolha dos materiais, na concepção do projeto, na incorreta execução dos serviços, até mesmo na utilização inapropriada da edificação. As anomalias construtivas apresentam características externas, assim tornando-se possível estudos que identifiquem a natureza dos fenômenos ocorridos (OLIVEIRA, 2013).

De acordo com Nour (2003), estudos referentes a manifestações patológicas em estruturas de concreto armado mostraram que os erros se estendem para outros componentes como revestimentos, pinturas, instalações elétricas e hidráulicas, indicando que erros de projeto acarretam no aparecimento precoce das patologias nas edificações. O autor afirma que muitas vezes a escolha de alcançar custos mais baixos, utilizando materiais com qualidade inferior ao esperado por exemplo, podem ocasionar no aparecimento imaturo de manifestações patológicas, afetando diretamente na vida útil da edificação.

### 2.4.1 Desagregação do concreto

O fenômeno de desagregação do concreto atinge diversos mecanismos e elementos, sendo alguns desconhecidos. A desagregação e o deslocamento do concreto ocorrem pelo avanço do quadro fissuratório da estrutura através do processo de corrosão, e é outro sintoma apresentado pela estrutura, indicando que há alguma patologia existente (HELENE, 1996 apud ANGELO, 2004). A Figura 5 ilustra uma viga em processo de desagregação.

Figura 5 – Desagregação do concreto



Fonte: ARALDI (2013).

Souza e Ripper (1998) descrevem os fatores a se atentar quanto à qualidade do concreto para que não ocorra a desagregação e o deslocamento precoce:

O concreto, quando de boa qualidade, é um material bastante resistente [...], embora também possa vir a sofrer danos quando em presença de alguns tipos de agentes agressores. Já o concreto de má qualidade, ou seja, o concreto permeável, muito poroso, segregado ou confeccionado com materiais de má qualidade ou impuros, é facilmente atacável por uma série de agentes (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 72).

Outro fator que altera a qualidade do concreto é a ação do frio durante o processo de endurecimento, pois age de forma a reduzir a velocidade de hidratação do cimento, em casos extremos, ocorre anulação do processo de hidratação por ocorrência do congelamento da água. A água que se encontra nos poros do concreto,

ao se congelar, exerce uma pressão que resulta na desagregação do concreto, em consequência ocasiona pouca resistência do concreto nesta fase (ANGELO, 2004).

#### 2.4.2 Infiltrações

Na construção civil, infiltração diz respeito a uma manifestação patológica ocorrida por umidade. A presença de umidade nas construções é uma das principais causas de degradação das edificações, tendo diversas origens como: umidade da obra (através das etapas de construção, sendo apresentada principalmente em materiais porosos), umidade de absorção (através da absorção da água existente no solo, afetando principalmente os materiais da base das paredes, provocando manchas, bolor, eflorescência, etc.), umidade de infiltração (através das águas das chuvas e demais fenômenos meteorológicos), umidade de condensação (pela umidade do ar e vapor da água, podendo ser também higroscópica, quando causada pela presença de sais higroscópicos no interior dos poros) e umidade accidental (por vazamentos e rompimentos das instalações hidráulicas) (ZANONI, 2015).

Segundo Carmo (2000), a prevenção é a melhor opção para que não ocorra problemas de infiltração durante a vida útil da edificação, sendo assim uma impermeabilização executada corretamente possibilita maior proteção contra a deterioração, preservando o desempenho estrutural. A Figura 6 apresenta um exemplo de infiltração na laje devido à falta de tratamento da impermeabilização.

Figura 6 – Infiltração na laje



Fonte: CARMO (2000).

A infiltração de água através de componentes da estrutura, resulta no aparecimento de manchas de umidade que pode gerar outras manifestações patológicas. Os problemas mais comuns referentes aos problemas de umidade são: manchas de umidade, corrosão, bolor, fungos, descolamentos de revestimentos, fissuras e mudanças de coloração nos revestimentos (BAUER, 1997 apud RODRIGUES, 2016).

Segundo Verçozza (1991), mofo são fungos vegetais que resultam na deterioração de materiais utilizados na construção, e os bolores são fungos que passam pelo processo de decomposição e se alimentam de matérias orgânicas que são decompostas por eles. Os bolores se manifestam em ambientes que apresentam umidade, deste modo, para evitar o aparecimento de bolores, deve-se executar impermeabilizações, manter o ambiente ventilado para obter uma superfície seca (ALLUCI; FLAUZINO; MILANO, 1988). A Figura 7 mostra os resultados de uma parede de alvenaria onde ocorreu a presença de bolor e mofo causados pela umidade.

Figura 7 – Bolor e mofo em parede de alvenaria



Fonte: FUSCO (2012).

Para Fusco (2012), a eliminação do mofo é uma tarefa complexa, pois o contato do mofo ao revestimento altera a superfície levando muitas vezes em dificuldade da recuperação do material, resultando na necessidade da troca do revestimento, causando gastos inesperados. Para fazer a remoção do mofo é necessário limpeza da superfície atingida, utilizando escovas e soluções fungicidas, ou executar a troca do material contaminado por outro resistente a ação do bolor, podendo ser uma opção mais efetiva em casos onde houve uma grande área atingida.

### 2.4.3 Fissuras

A fissuração é a manifestação patológica mais comum nas edificações e pode ser desencadeada por vários agentes (intrínsecos e extrínsecos), por conta disso é necessário que se faça o levantamento quanto à configuração, abertura, extensão e profundidade das fissuras para se obter o correto diagnóstico. Outro ponto considerável do seu funcionamento é que “[...] uma fissura é dita ativa, ou viva, quando a causa responsável por sua geração ainda atua sobre a estrutura, sendo inativa, ou estável, sempre que sua causa se tenha feito sentir durante certo tempo e, a partir de então, deixado de existir.” (SOUZA; RIPPER, 1998, p.57).

Os elementos e componentes de uma edificação estão expostos a variações de temperatura, sazonais e diárias, essas variações resultam em movimentos de dilatação e contração, podendo provocar o aparecimento de fissuras na edificação. As movimentações térmicas de um material estão diretamente relacionadas com as propriedades físicas, intensidade da variação da temperatura, magnitude das tensões desenvolvidas em função da intensidade da movimentação e das propriedades elásticas do material (THOMAZ, 1989).

As trincas nas estruturas de concreto armado sempre inspiram maiores cuidados na análise de causas e soluções. Em relação as fissuras, algumas podem ser desprezadas após diagnóstico dos motivos que a geraram por não apresentarem riscos a edificação, outras por sua vez, deverão receber tratamento adequado para sua correção (MARCELLI, 2007).

#### 2.4.3.1 Fissuras causadas por movimentações térmicas

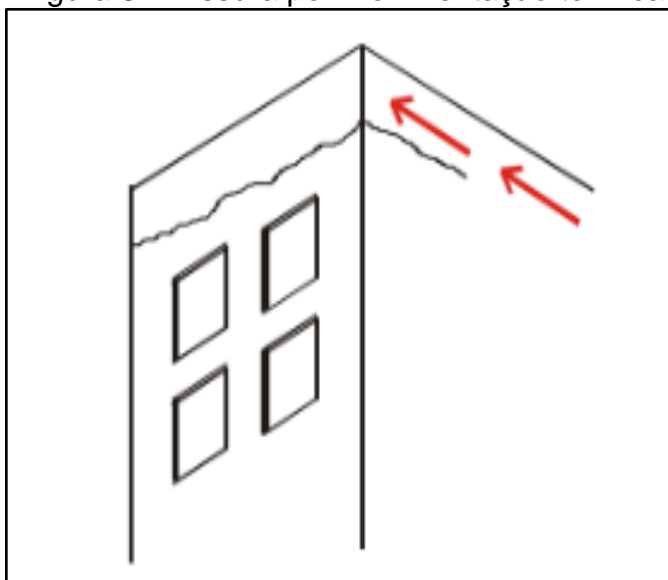
A estrutura e seus componentes estão sujeitos a variações térmicas, o que provoca variação na sua dimensão. Os movimentos são restringidos pelos vínculos que envolvem os materiais, resultando em tensões que podem gerar trincas ou fissuras na estrutura (STORTE, 2011).

Para Thomaz (1989, p. 19), as principais movimentações diferenciadas podem surgir “[...] entre componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material.” Para o autor, as principais movimentações diferenciadas ocorrem por conta de junção de materiais com diferentes dilatações térmicas (por exemplo, movimentações diferenciadas entre argamassa de

assentamento e componentes de alvenaria), exposição dos elementos a diferentes variações térmicas (por exemplo, cobertura em relação às paredes de uma edificação), e a variação de temperaturas em um mesmo componente (por exemplo, face exposta e a face protendida de uma laje de cobertura).

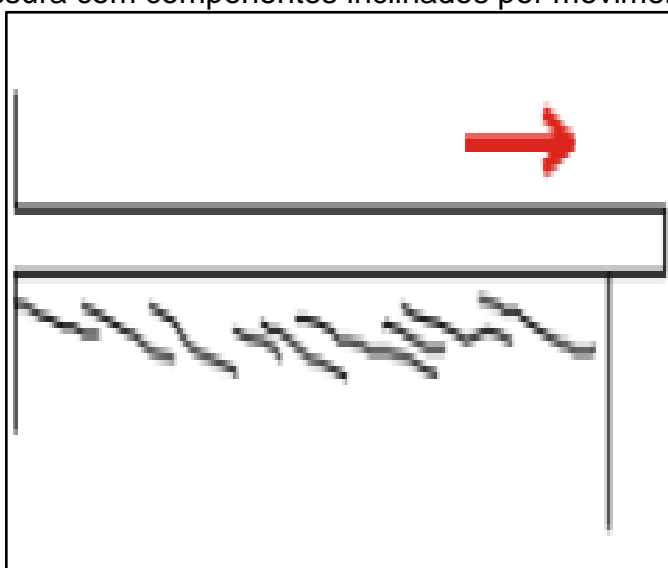
Para Verçoza (1991), as fissuras horizontais por movimentação térmica da laje ocorrem em situações onde as paredes de alvenaria sustentam lajes de concreto armado expostas às variações de temperatura, especialmente as lajes de cobertura. As Figuras 8, 9 e 10 apresentam exemplos de fissuras horizontais nas edificações.

Figura 8 – Fissura por movimentação térmica



Fonte: DUARTE (1998).

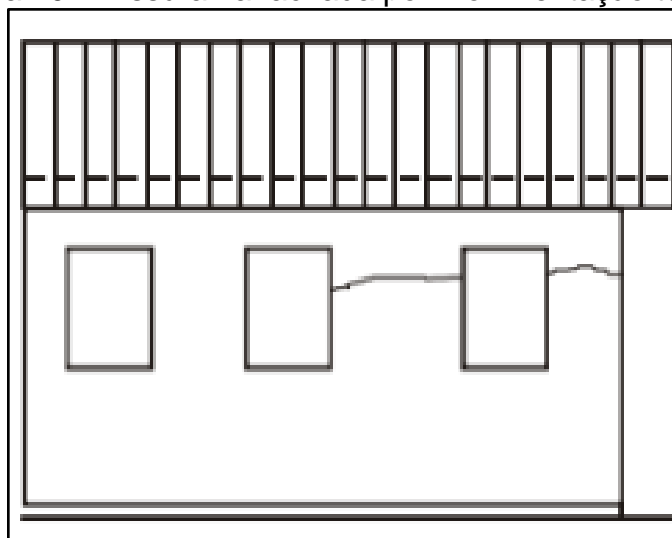
Figura 9 – Fissura com componentes inclinados por movimentação térmica



Fonte: VERÇOZA (1991).



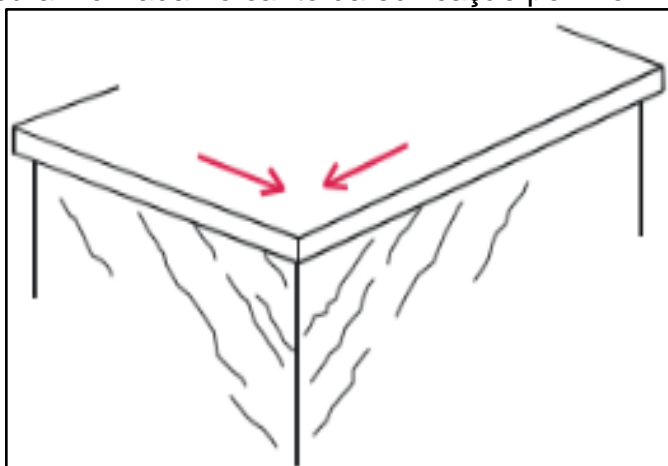
Figura 10 – Fissura na fachada por movimentação térmica



Fonte: DUARTE (1998).

Existe outra configuração de fissuras que são as inclinadas (Figura 11), ocorrendo por movimentação térmica da laje e responde aos mesmos mecanismos de formação das fissuras horizontais. Ocorrem principalmente em lugares onde apresentam aberturas e em cantos de paredes (THOMAZ, 1989; VERÇOZA, 1991).

Figura 11 – Fissura inclinada no canto da edificação por movimentação térmica

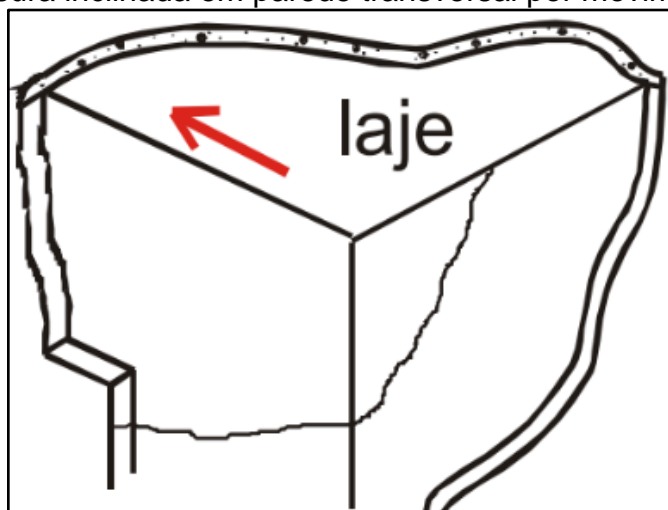


Fonte: VERÇOZA (1991).

As fissuras inclinadas em paredes transversais, resultantes de movimentação térmica da laje de cobertura (Figura 12) ocorrem em outro formato, onde as paredes estão em orientação paralela ao sentido predominante de dilatação e contração da laje, ou seja, perpendiculares às fachadas. Possuem inclinação aproximada de 45° em direção à laje de teto e costumam ocorrer em combinação às outras fissuras

características de movimentação térmica da laje (BASSO et al., 1997; DUARTE, 1998).

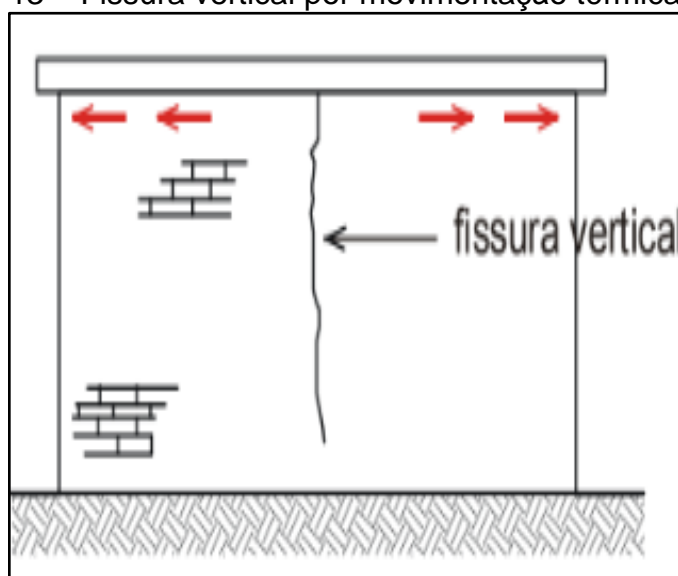
Figura 12 – Fissura inclinada em parede transversal por movimentação térmica



Fonte: DUARTE (1998).

As fissuras verticais, resultantes de movimentação térmica da laje (Figura 13) também aparecem em paredes paralelas ao sentido predominante de dilatação e contração térmicas da laje de cobertura. Desta forma, a dilatação da laje resulta em tensões horizontais de tração, ocasionando fissuras verticais na parede de alvenaria (DUARTE, 1998).

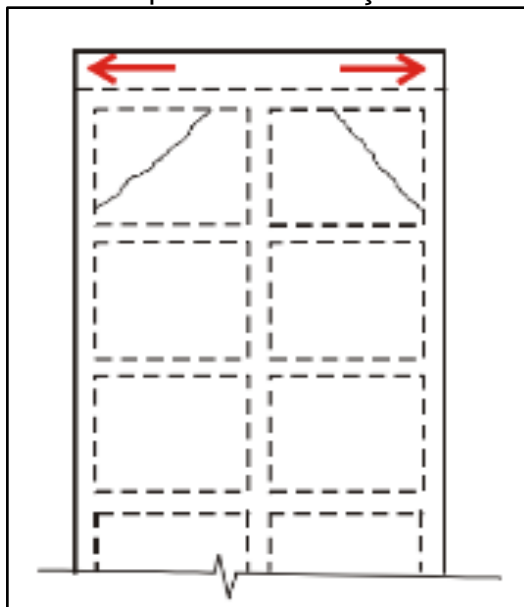
Figura 13 – Fissura vertical por movimentação térmica da laje



Fonte: DUARTE (1998).

As fissuras inclinadas resultantes de movimentação térmica da estrutura de concreto armado (Figura 14), se apresentam principalmente em paredes de vedação de prédios estruturados. Neste caso, as paredes estão suscetíveis às movimentações térmicas da estrutura que ocasionam fissuras por cisalhamento nestas alvenarias (DUARTE, 1998).

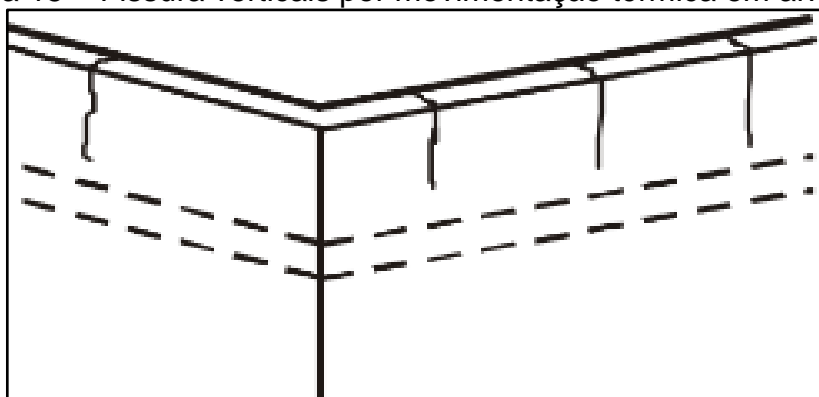
Figura 14 – Fissura inclinadas por movimentação térmica em concreto armado



Fonte: DUARTE (1998).

As fissuras ocasionadas por movimentação térmicas (Figura 15), são resultantes da dilatação e contração térmica das paredes, assim apresentando fissuras verticais regularmente espaçadas. As maiores incidências são em paredes longas, muros, platibandas, especialmente em paredes onde não foram projetadas juntas de dilatação (THOMAZ, 1989; VERÇOZA, 1991).

Figura 15 – Fissura verticais por movimentação térmica em alvenaria





Fonte: VERÇOZA (1991).

### 2.4.3.2 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

As mudanças higroscópicas causam variações nos materiais porosos que integram os elementos da estrutura, o aumento da umidade produz expansão no material, enquanto a diminuição provoca uma contração. Quando ocorre restrição dessas movimentações, surgem as fissuras na edificação (THOMAZ, 1989). A Figura 16 apresenta as não conformidades ocasionadas por movimentações higroscópicas devido a expansão e retração térmica.

Figura 16 – Fissuras causadas por movimentação higroscópica

PATOLOGIA	ILUSTRAÇÃO	CONFIGURAÇÃO TÍPICA	POSSÍVEIS CAUSAS
PATOLOGIAS DEVIDO A EXPANSÃO DA LAJE		FISSURAS HORIZONTAIS PRÓXIMO A LAJE	PREDOMINANTE NAS LAJES DE COBERTURA QUE ESTÃO MAIS EXPOSTAS A ABSORÇÃO DE CALOR. ESSA ABSORÇÃO DE CALOR GERA A EXPANSÃO TÉRMICA DA LAJE QUE PÓVOCA TRAÇÃO E CISALHAMENTO NAS PAREDES
PATOLOGIAS DEVIDO RETRAÇÃO DA LAJE		FISSURAS HORIZONTAIS PRÓXIMO A LAJE	ESTÁ DIRETAMENTE RELACIONADO COM A RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO. É GERADA A ROTAÇÃO DOS TUILOS DAS FIADAS PRÓXIMAS A LAJE DEVIDO O ENCURTAMENTO DOS MATERIAS NAS REAÇÕES DE PERDA DE ÁGUA.

Fonte: OLIVEIRA et al. (2016).

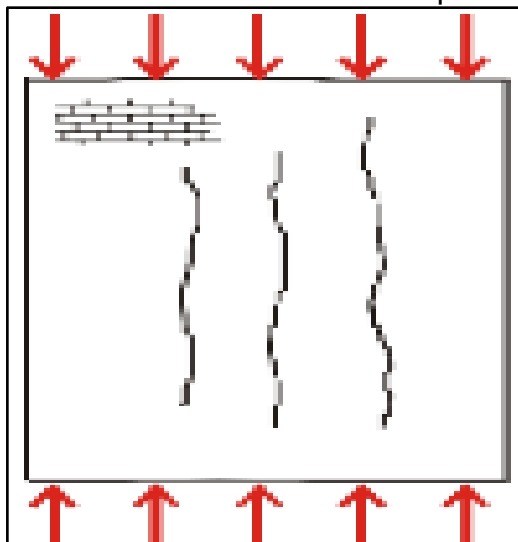
Segundo Thomaz (1989), a umidade consegue ter acesso a estrutura por diversas vias, podendo ser pela produção dos componentes utilizados (por exemplo, na fabricação de componentes construtivos à base de ligantes hidráulicos, onde se utiliza água para que ocorra reações químicas de hidratação), durante a execução da obra (por exemplo, água em excesso no processo de assentamento da alvenaria, causando expansão do material), através de fenômenos meteorológicos (por exemplo, na absorção de água nos materiais utilizados na obra, durante transporte ou armazenagem no canteiro) ou pela umidade do solo (por exemplo, água presente no solo podendo ocorrer umidade nos componentes pela falta de impermeabilização na base da construção, trazendo problemas a pisos e paredes no andar térreo).

### 2.4.3.3 Fissuras causadas por sobrecargas na estrutura

As fissuras causadas por sobrecargas são originadas por excessivos carregamentos verticais de compressão (Figura 17). São vários os fatores que

influenciam na resistência final e no aparecimento de fissuras por sobrecargas: a forma, resistência mecânica, rugosidade e porosidade dos componentes, aderência, elasticidade, retração, retenção de água, espessura, regularidade, as técnicas construtivas e qualidade de execução (MASSETO; SABBATINI, 1998 apud MAGALHÃES, 2004).

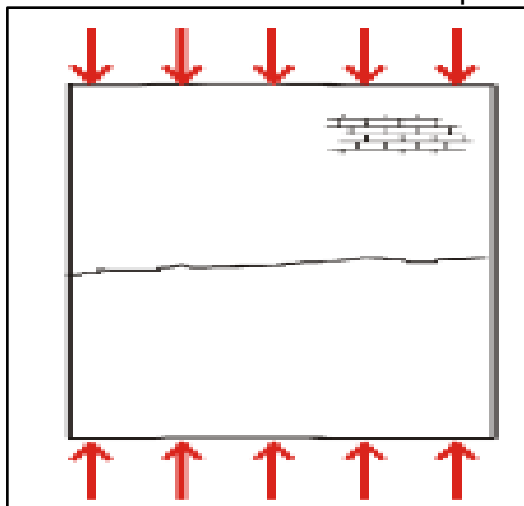
Figura 17 – Fissuras verticais induzidas por sobrecargas



Fonte: DUARTE (1998).

As fissuras horizontais resultantes de sobrecargas (Figura 18), ocorrem pela ruptura por compressão dos componentes da estrutura. O excessivo carregamento de compressão na parede ou possíveis solicitações de flexo-compressão resultam nas fissuras horizontais na edificação (SAHLIN, 1971; THOMAZ, 1989).

Figura 18 – Fissuras horizontais induzidas por sobrecargas



Fonte: DUARTE (1998).

A atuação de sobrecargas pode produzir o fissuramento em estruturas, sem que isso resulte em ruptura ou instabilidade da estrutura. A ocorrência de fissuras em um determinado ponto da estrutura produz uma redistribuição de tensões no componente fissurado, assim as solicitações externas acabam sendo absorvidas de forma globalizada pela estrutura (THOMAZ, 1989).

#### 2.4.4 Corrosão das armaduras

A corrosão das armaduras de concreto (Figura 19) ocorre pela reação de oxidação do ferro que resulta em óxido de ferro hidratado, que são capazes de fraturar o concreto e remover uma parte do cobrimento (SOUZA; RIPPER, 1998). No livro “Sinistros na Construção Civil”, o autor Mauricio Marcelli (2007) afirma:

As trincas em concreto armado devido à corrosão das armaduras são muito comuns em nossas edificações e precisam ser tratadas adequadamente, a fim de bloquear o processo e não as agravar como tem ocorrido em algumas obras, nas quais não se procura identificar, diagnosticar e corrigir as verdadeiras causas do problema (MARCELLI, 2007, p. 113).

Figura 19 – Corrosão de armadura em pilar de concreto armado



Fonte: ANDRADE (1992).

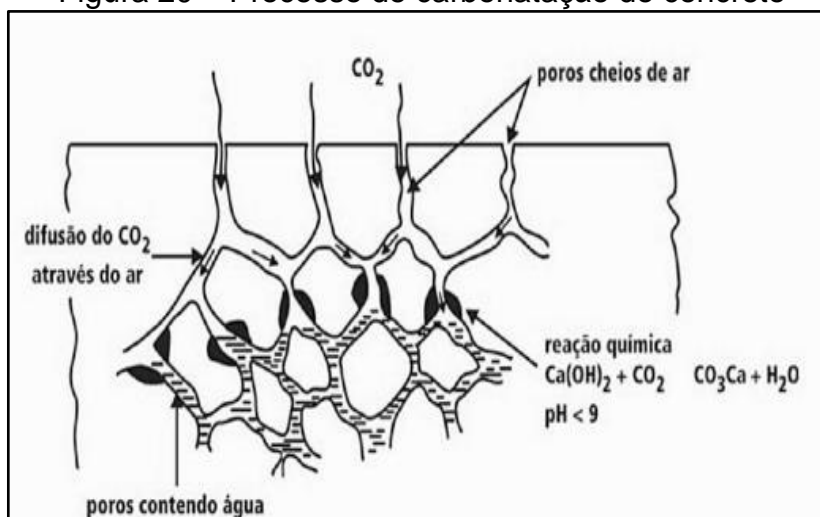
Para Storte (2011), a corrosão das armaduras responde por prejuízos da ordem de 0,5% do PIB, sendo uma das principais manifestações patológicas nas edificações. Dentre os principais motivos dessas manifestações patológicas estão: recobrimento

das armaduras abaixo do recomendado, concreto mal executado ocasionando fissuras de retração, formação de nichos de concretagem devido ao traço e deficiência de cura do concreto ocasionando redução da resistência.

#### 2.4.5 Carbonatação

Segundo Storte (2011), a reação do cimento com a água resulta em compostos hidratados, através dessa reação se resulta o hidróxido de cálcio que em combinação com os hidróxidos ferrosos do aço formam uma capa protetora para a armadura. Para o autor, a carbonatação do concreto ocorre em concretos porosos ou com baixo cobrimento das armaduras, tendo como consequência a destruição da capa passivadora da armadura, permitindo o início do processo de corrosão quando em presença de água, oxigênio e diferença de potencial da armadura. A Figura 20 apresenta o processo de carbonatação, onde a estrutura de concreto está exposta ao ambiente ocorrendo a penetração do gás carbônico nos poros por difusão gasosa, avançando até os poros úmidos contendo hidróxido de cálcio, dando início à reação.

Figura 20 – Processo de carbonatação do concreto



Fonte: FUSCO (2008).

A profundidade e a velocidade de carbonatação podem ser influenciados pelo sistema de poros e pelo pH do concreto, os quais sofrem alterações principalmente pela composição e pela forma de execução da estrutura de concreto armado. Entre os diversos fatores que influenciam nas alterações estão a presença de adições minerais, a relação água/aglomerante, tempo de cura do concreto, dosagem,

porosidade, resistência à compressão, grau de hidratação do concreto, aglomerante, agregados utilizados e as condições ambientais a qual o concreto é exposto (FERREIRA, 2013).

Assim, as manifestações patológicas relacionadas a corrosão de armaduras pela carbonatação podem comprometer a estrutura e sua vida útil de projeto, seja pela dificuldade técnica de recuperação após o ataque das patologias na estrutura ou pelos aspectos econômicos envolvidos. A precisa determinação dos fatores que influenciam o fenômeno de carbonatação na estrutura de concreto é complexa, por isso é importante a utilização de teorias e métodos para a determinação do diagnóstico e como realizar a correção mais adequada (FERREIRA, 2013).

#### **2.4.6 Degradação do revestimento**

Para Bauer (2008), as falhas ocorridas em revestimentos são resultantes do desconhecimento das características dos materiais utilizados, erro na concepção do projeto, erro durante a execução, desconhecimento ou não observância de Normas Técnicas ou falta de manutenção periódica. Segundo o autor, a degradação é consequência de agentes físicos externos, agentes químicos internos, agentes biológicos e agentes mecânicos.

As propriedades dos revestimentos no estado endurecido contribuem com o desempenho do mesmo, além de estarem diretamente ligadas à ocorrência de patologias. Várias de suas propriedades, como: aderência, permeabilidade, capacidade de absorver deformações, entre outras, irão influenciar diretamente no desempenho mecânico do revestimento (SANTOS, 2018, p. 7).

Segundo Santos (2018), os agentes de degradação podem ter diversas procedências, desde fatores climáticos (radiação, água, vento e contaminantes do ar) até os fatores de uso, como a falta de manutenções preventivas dos edifícios ao longo da sua vida útil. Outros exemplos de degradações e suas procedências são: fatores biológicos (fungos, bactérias e micro-organismos), fatores de carregamento (periódicos e/ou permanentes) e fatores de uso (projeto, instalação, desgaste natural ou por uso, e falta de manutenção). A Figura 21 ilustra a ação de alguns agentes que podem originar danos e degradações progressivas nas edificações e seus revestimentos.



Figura 21 – Ação de agentes de degradação sobre as fachadas



Fonte: BAUER (1987).

Um dos fenômenos mais agressivos aos revestimentos é decorrente da ação da temperatura e radiação solar, que resultam em deformações físicas e variações químicas nos materiais. A ação desses fatores climáticos leva a geração de fissuras, descolamentos, pela absorção da umidade e calor, ocasionando grandes tensões nas interfaces dos componentes (CONSOLI, 2006 apud SILVA, 2014 apud SANTOS, 2018).

As manifestações patológicas presentes em revestimentos são importantes indicadores de degradação, pois é possível verificar visualmente a presença das não conformidades. As anomalias que surgem em revestimentos porosos resultantes de fissuras (Figura 22) tem como suas causas principais: (A) falta de vergas e contravergas; (B) variações térmicas; e (C) deficiência nas ligações dos subsistemas.

Os descolamentos em revestimentos (Figura 23) ocorrem em virtude de: (A) camada muito espessa do revestimento; (B) falta de preparo do substrato; (C) baixo consumo de aglomerantes. A pulverulência (Figura 24) que causa perda da coesão do revestimento, correspondendo à desunião ou desagregação dos componentes da argamassa, resultando em desprendimento de material, pode ocorrer por: (A) ascensão capilar da água do solo; (B) por infiltração da água da chuva nas fissuras. A eflorescência (Figura 25) resultante da infiltração ou presença de água nos materiais componentes da fachada, ocasiona lixiviação dos sais solúveis em água presentes nos componentes cimentícios na superfície do revestimento (ZANONI, 2015).

Figura 22 – Configuração das fissuras de acordo com suas principais causas  
(A) (B) (C)



Fonte: SANTOS (2018).

Figura 23 – Descolamento do revestimento de acordo com suas principais causas  
(A) (B) (C)



Fonte: SANTOS (2018).

Figura 24 – Ocorrência de pulverulência em revestimento de argamassa  
(A) (B)



Fonte: SANTOS (2018).

Figura 25 – Exemplo de eflorescência em edifícios

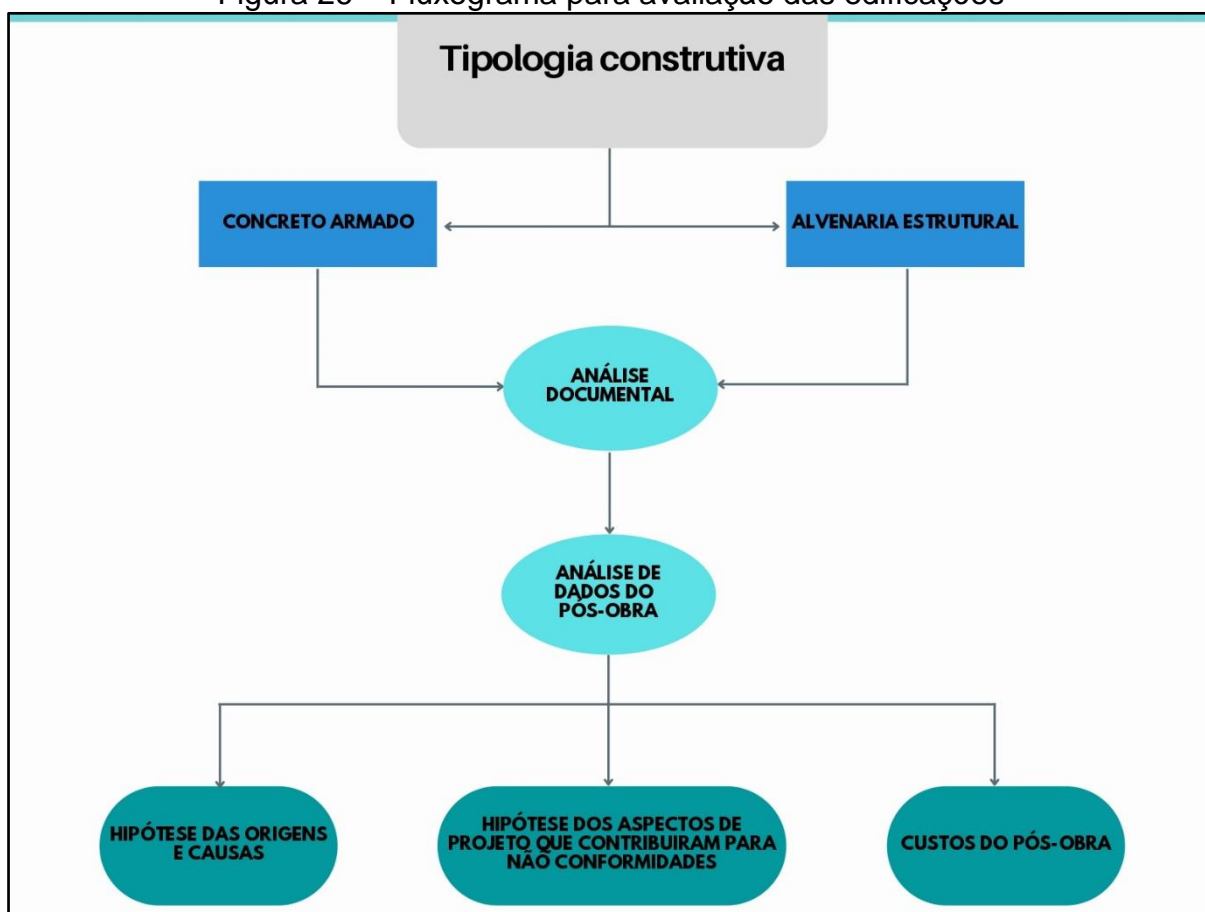


Fonte: SANTOS (2018).

### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado o desenvolvimento da pesquisa, as estratégias metodológicas utilizadas para a coleta e análise de dados, e a forma que foi realizada a discussão dos resultados. Na classificação da pesquisa considerou-se os aspectos empregados na elaboração do trabalho, assim como o seu desenvolvimento. O fluxograma apresentado na Figura 26, salienta como foi realizada a avaliação das edificações.

Figura 26 – Fluxograma para avaliação das edificações



Fonte: Autora (2022).

#### 3.1 ESCOLHA DO TEMA

A escolha do tema partiu da existência de diversas manifestações patológicas no pós-obra de diferentes edificações do Brasil de uma mesma construtora. Essas manifestações patológicas além de criarem ambientes insalubres, podem comprometer a vida útil dessas edificações. Portanto, se justifica o levantamento com

a identificação adequada dessas manifestações patológicas, a fim de determinar quais são as origens desses fenômenos, se a região, clima ou método construtivo tem influência no aparecimento das manifestações patológicas nos empreendimentos.

### 3.2 DEFINIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso visa detalhar dentro de uma pesquisa um fenômeno no seu contexto real, na qual se fundamenta em fontes de evidências para que favoreçam o desenvolvimento das suposições teóricas conduzindo-as para a coleta e análise de dados. Para o desenvolvimento do presente trabalho, foram realizadas análises de dados de oito residenciais, sendo quatro em alvenaria estrutural e quatro em concreto armado.

As edificações utilizadas de concreto armado possuem idades que variam de 1 a 2 anos, e as edificações utilizadas de alvenaria estrutural possuem idades que variam de 4 a 5 anos. Entretanto, por dificuldades na obtenção dos dados dos empreendimentos em alvenaria estrutural, foram apresentados somente os resultados globais dos registros de cada empreendimento ao longo dos anos, as avaliações detalhadas dos dados foram feitas somente das ocorrências registradas a partir de 2020, pois anterior a essa data a empresa não realizava o controle detalhado das manifestações patológicas, assim não fornecendo o mapeamento dos registros anteriores a 2020.

A escolha das edificações foi com o objetivo de avaliar se nos 5 anos de garantia fornecida pela construtora as manifestações patológicas se evidenciam de maneira considerável nas edificações, independente da região do país que se encontram ou método construtivo utilizado. No Quadro 1 e Quadro 2 estão apresentados os residenciais em concreto armado e alvenaria estrutural que foram utilizados no presente trabalho, o local onde se encontram, área construída e unidades residenciais. A Figura 27 mostra as regiões onde localizam-se os empreendimentos.

Quadro 1 – Características das edificações em concreto armado

Empreendimento	Local	Área construída (m <sup>2</sup> )	Unidades	Número de pavimentos	Idade do empreendimento
A	Caxias do Sul/ RS	7.073, 14	416 unidades (2 torres + 12 blocos)	Torre 1 e 2 (11 pavimentos c/ 8 aptos por andar) Blocos (5 pavimentos c/ 4 aptos por andar)	1 ano
B	Guarulhos/SP	22.195,58	440 unidades (11 blocos)	Blocos (5 pavimentos c/ 8 aptos por andar)	1 ano
C	Campo Grande/ MS	6.502,14	96 unidades (6 blocos)	Blocos (4 pavimentos c/ 4 aptos por andar)	2 anos
D	Salvador/ BA	16.716,32	340 unidades (17 blocos)	Blocos (5 pavimentos c/ 4 aptos por andar)	1 ano

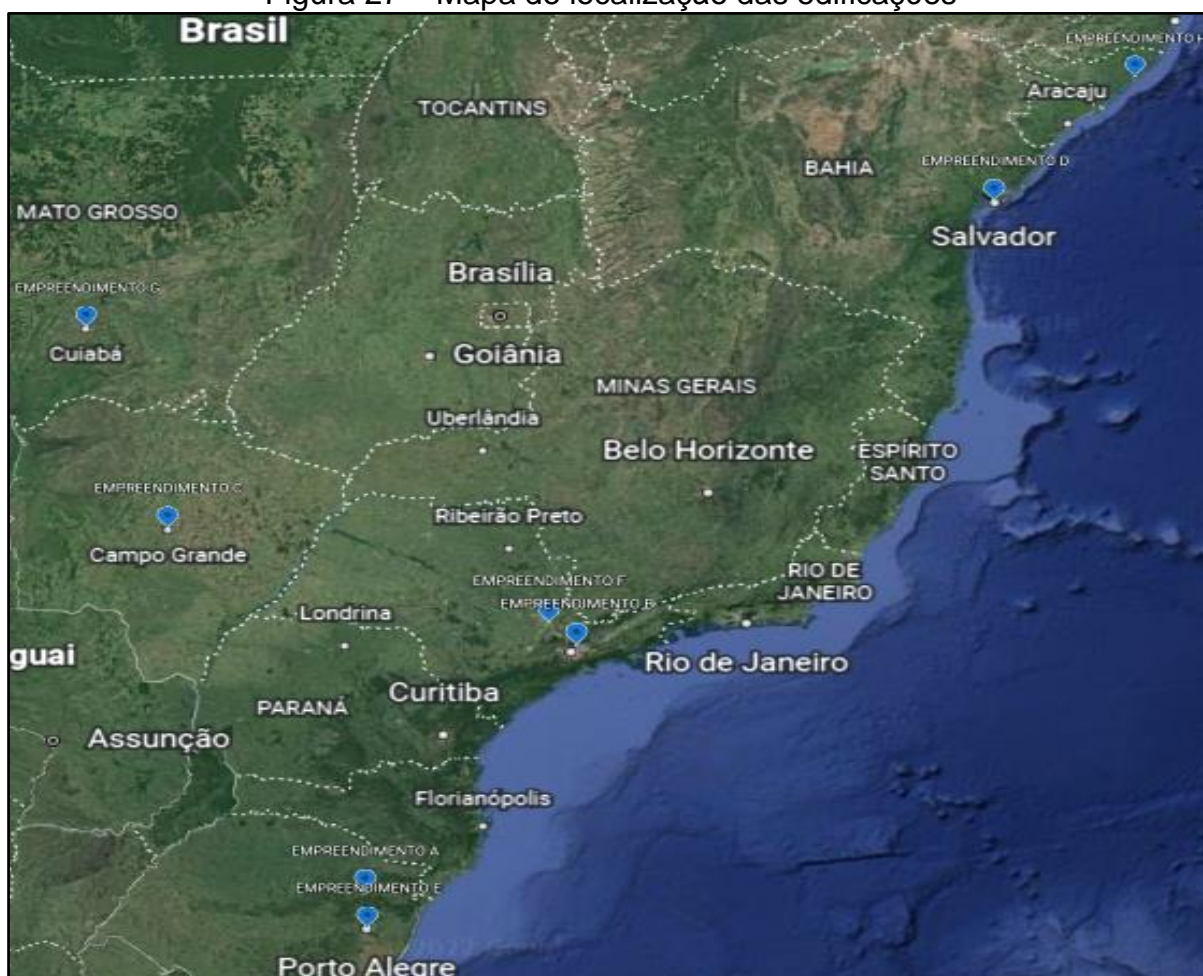
Fonte: Autora (2022).

Quadro 2 – Características das edificações em alvenaria estrutural

Empreendimento	Local	Área construída (m <sup>2</sup> )	Unidades	Número de pavimentos	Idade do empreendimento
E	Porto Alegre/RS	47.285,87	832 unidades (8 torres)	Torre 1 (12 pavimentos c/ 10 aptos por andar) Torre 2 (12 pavimentos c/ 8 aptos por andar) Torre 3 (11 pavimentos c/ 10 aptos por andar) Torre 4 e 8 (11 pavimentos c/ 8 aptos por andar) Torre 5, 6 e 7 (11 pavimentos c/ 10 aptos por andar)	5 anos
F	Campinas/SP	11.084,43	200 unidades (5 blocos)	Blocos (5 pavimentos c/ 8 aptos por andar)	5 anos
G	Cuiabá/MT	14.401,91	210 unidades (2 torres)	Torre 1 (11 pavimentos c/ 10 aptos por andar) Torre 2 (10 pavimentos c/ 10 aptos por andar)	5 anos
H	Maceió/AL	7.838,40	140 unidades (4 blocos)	Bloco 1 (5 pavimentos c/ 4 aptos por andar) Blocos 2, 3 e 4 (5 pavimentos c/ 8 aptos por andar)	4 anos

Fonte: Autora (2022).

Figura 27 – Mapa de localização das edificações



Fonte: Google Earth (2022).

### 3.3 LEVANTAMENTO DE SUBSÍDIOS

Primeiramente, foram realizadas as identificações das edificações através da tipologia construtiva. Após, foram feitas as análises documentais referente a cada edificação, assim como a análise de dados, buscando as maiores incidências de manifestações patológicas, suas origens e causas, aspectos do projeto que contribuíram para o aparecimento das não conformidades, bem como a geração dos custos referentes a correção das anomalias encontradas no pós-obra.

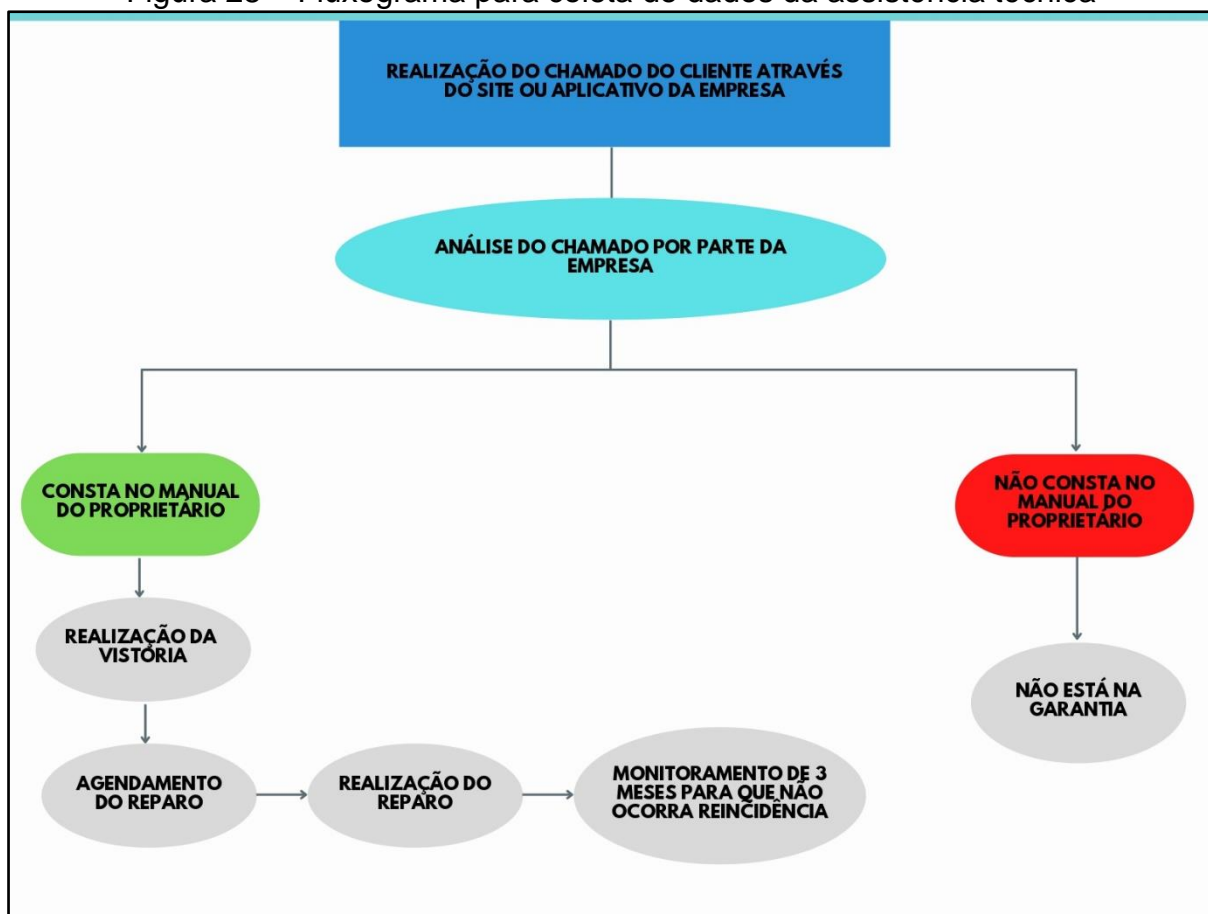
#### 3.3.1 Coleta dos dados na empresa

A coleta dos dados relacionados a problemas no pós-obra ocorre através dos chamados registrados pelos clientes por meio do site ou aplicativo da empresa. Após o registro do chamado é feita uma análise por parte da empresa para se certificar que

o item registrado como não conforme consta no manual do proprietário, se está na garantia, a seguir o chamado é encaminhado para o setor de assistência técnica.

Posteriormente, a assistência técnica realiza a vistoria na unidade habitacional para verificar o problema registrado, em seguida se faz o agendamento do reparo. No dia agendado, o técnico responsável efetua o reparo e coleta a assinatura do cliente responsável pelo registro do chamado. Após a correção do problema, é realizado o monitoramento de três meses da unidade habitacional para que não ocorra a reincidência da não conformidade. Na Figura 28 está o fluxograma do processo desde a abertura do chamado por parte do cliente até a resolução do problema pela assistência técnica.

Figura 28 – Fluxograma para coleta de dados da assistência técnica



Fonte: Autora (2022).

O levantamento de dados relacionados ao pós-obra dos empreendimentos estudados foi por meio de planilha dinâmica do sistema da empresa utilizando o *software Power BI*, com a finalidade de identificar as maiores incidências de manifestações patológicas nas edificações que são objeto do estudo. A Figura 29

apresenta o painel de gestão de problemas do pós-obra, o qual foi utilizado para o levantamento e análise dos dados de cada edificação.

Figura 29 – Painel gestão de problemas pós entrega



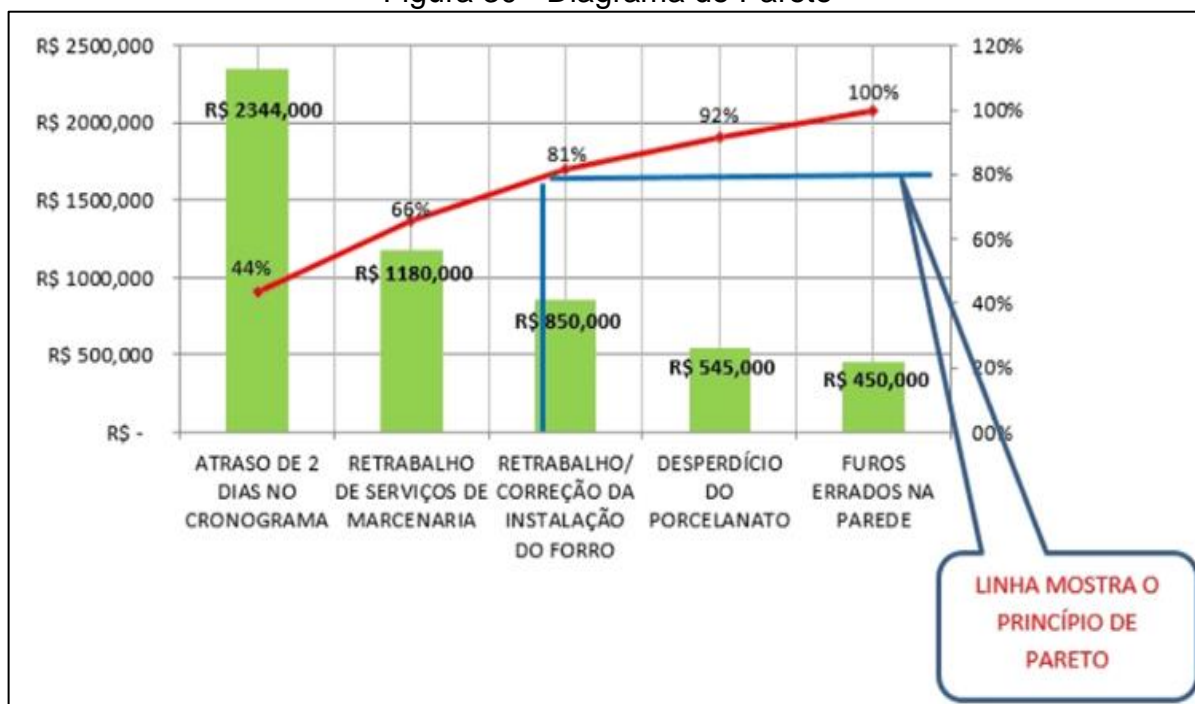
Fonte: Autora (2022).

A partir do levantamento dos dados, realizou-se a análise comparativa das solicitações registradas pela assistência técnica por cada empreendimento, a fim de avaliar os quantitativos, classificando-os por grupos de manifestações patológicas. Com isso, apresentou-se as três principais manifestações patológicas, com o intuito de levantar suas origens e causas, e possíveis falhas durante o processo construtivo.

Para auxiliar na leitura dos dados, utilizou-se o Gráfico de Pareto, com objetivo de identificar quais problemas causam as maiores perdas e a frequência de ocorrências desses problemas. O Gráfico de Pareto utiliza a regra 80/20, onde 80% dos problemas de uma organização estão relacionadas apenas em 20% das causas. A Figura 30 ilustra o Princípio de Pareto, o qual utiliza-se a regra do 80/20.



Figura 30 - Diagrama de Pareto



Fonte: Santos (2020).

A realização dos comparativos de resultados entre empreendimentos que utilizam mesmo método construtivo localizados em diferentes regiões do país foram realizados a partir de três diferentes gráficos. O primeiro gráfico apresentado foi de comparativo de números totais de ocorrências ao longo dos anos de uso de cada empreendimento. Após foram utilizados esses resultados para a realização do segundo gráfico, o qual expõe o número de ocorrências totais por unidades entregues dos empreendimentos, e por último, o terceiro gráfico, sendo o número de ocorrências totais por metro quadrado.

### 3.3.2 Custos gerados no pós-obra

A análise dos custos gerados por reparos realizados pela assistência técnica foi apresentada no trabalho de forma global, através da base dados anuais registrados pela empresa, vinculados a cada empreendimento em estudo. Foi elaborado o levantamento das três maiores incidências de manifestações patológicas, consequentemente as quais apresentam os valores mais elevados no empreendimento, a partir do número de atendimento das ocorrências registradas pela assistência técnica, juntamente com os gastos causados pelos reparos relacionados a cada item. Os resultados obtidos serão apresentados através de tabelas e

diagramas, buscando associar os itens com maiores incidências no empreendimento, o valor gasto para a resolução dessas ocorrências e o número de ocorrências criadas por item.

### 3.4 ANÁLISE E TRATAMENTO DOS DADOS

A análise de dados aplicada na pesquisa foi desenvolvida através de quadros e gráficos, ambos tratados e gerados no *software Excel*. As informações levantadas de cada edificação foram classificadas e agrupadas, para posterior avaliação e comparação entre si.

A análise e tratamento dos dados foram realizados através de dados já coletados, não ocorrendo visitas aos locais que serão objetos de estudo. A avaliação teve como objetivo o cruzamento de informações relacionadas as manifestações patológicas das edificações através do banco de dados da empresa, assim verificou-se as possíveis origens desses fenômenos, se a região, clima ou método construtivo tem influência no aparecimento das manifestações patológicas nos empreendimentos.

## **4. RESULTADOS E ANÁLISES**

Neste capítulo estão apresentados os dados alcançados na pesquisa realizada na empresa, conforme a proposta do trabalho. Primeiramente, foram expostos os comparativos das ocorrências de chamados no pós-obra por sistema de cada empreendimento. Em seguida, foram levantados os três principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistema de cada empreendimento. Após, realizou-se uma análise comparativa entre os resultados encontrados de cada método construtivo entre as diferentes regiões do país.

### **4.1 ANÁLISE DAS OCORRÊNCIAS DOS CHAMADOS DE PÓS-OBRA POR EMPREENDIMENTO**

Este tópico descreve sobre a análise dos dados obtidos de problemas registrados no pós-obra dos oito empreendimentos de uma empresa. Os resultados são apresentados primeiramente por método construtivo, e posteriormente pela região na qual se localiza o empreendimento, a fim de contribuir para uma melhor compreensão dos dados.

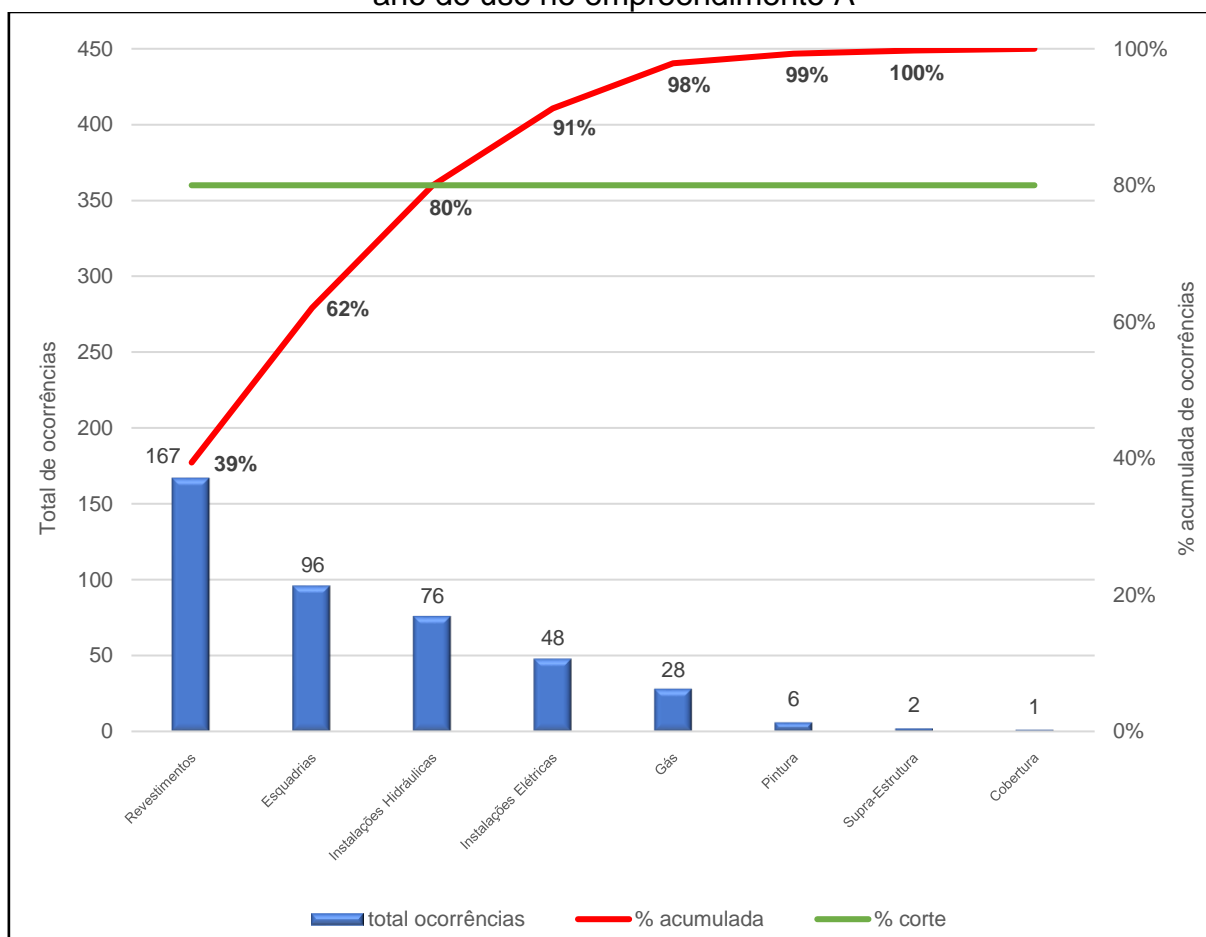
#### **4.1.1 Concreto Armado**

Este item analisa os dados obtidos de pós-obra dos quatro empreendimentos em concreto armado, sendo eles: empreendimento A localizado na região sul do país, empreendimento B na região sudeste, empreendimento C na região centro-oeste e empreendimento D na região nordeste. Os empreendimentos utilizados no estudo apresentam idades que variam de 1 a 2 anos.

#### 4.1.1.1 Região Sul

A partir dos dados coletados referentes ao empreendimento A, pode-se observar que no decorrer de 1 ano de utilização foram registradas 424 ocorrências de chamados ao setor de pós-obra, em 2021. Através do Gráfico de Pareto (Figura 31) é possível analisar os sistemas que apresentaram as três maiores porcentagens, classificando-os em: 39% de revestimentos, 23% de esquadrias e 18% de instalações hidráulicas.

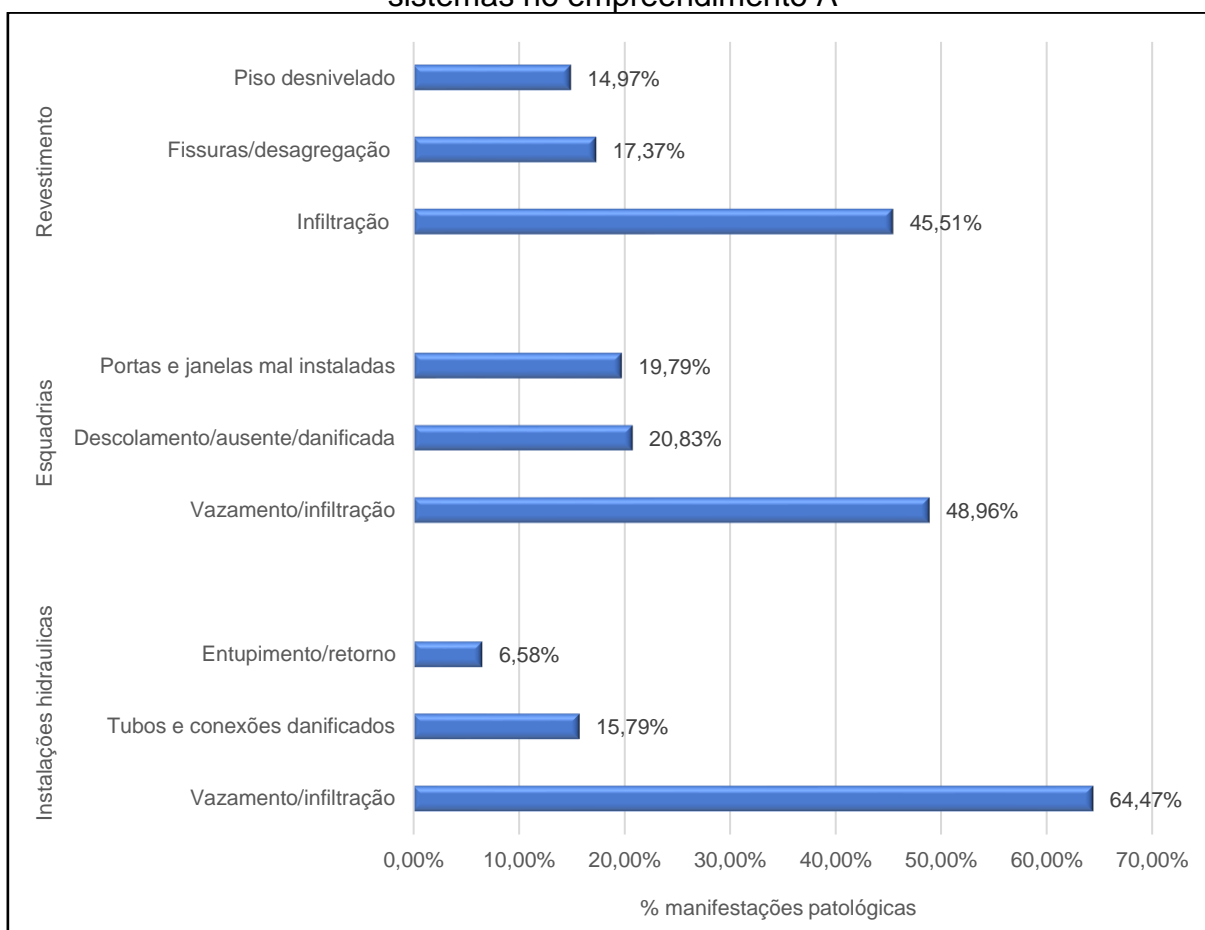
Figura 31 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 1 ano de uso no empreendimento A



Fonte: Autora (2022).

O Gráfico de Pareto apresentado anteriormente, ilustra o percentual acumulado dos sistemas que concentraram as maiores ocorrências de chamados. A Figura 32 exhibe os três problemas patológicos que tiveram mais registros dentro de cada um dos três sistemas que acumularam o percentual de 80% do total de ocorrências, e seus níveis percentuais de incidências, relacionados ao empreendimento A.

Figura 32 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas no empreendimento A



Fonte: Autora (2022).

Os três primeiros sistemas (revestimento, esquadrias e instalações hidráulicas) mostraram um percentual acumulado de 80% dos chamados de pós-obra, sendo os que mais necessitam de um plano de ação para melhoria do controle de qualidade. A seguir são apresentadas as manifestações patológicas com maiores incidências dentro de cada sistema, sendo elas:

- a) **Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** infiltrações em revestimento argamassado (45,51%), fissuras/desagregação em revestimento (17,37%) e problemas relacionados a piso desnivelado (14,97%).
- b) **Grupo de manifestação patológica – Esquadrias:** problemas com vazamento e infiltrações em janelas de alumínio (48,96%), descolamento/ausência/defeitos em portas e janelas (20,83%) e mal instalação de portas e janelas (19,79%).

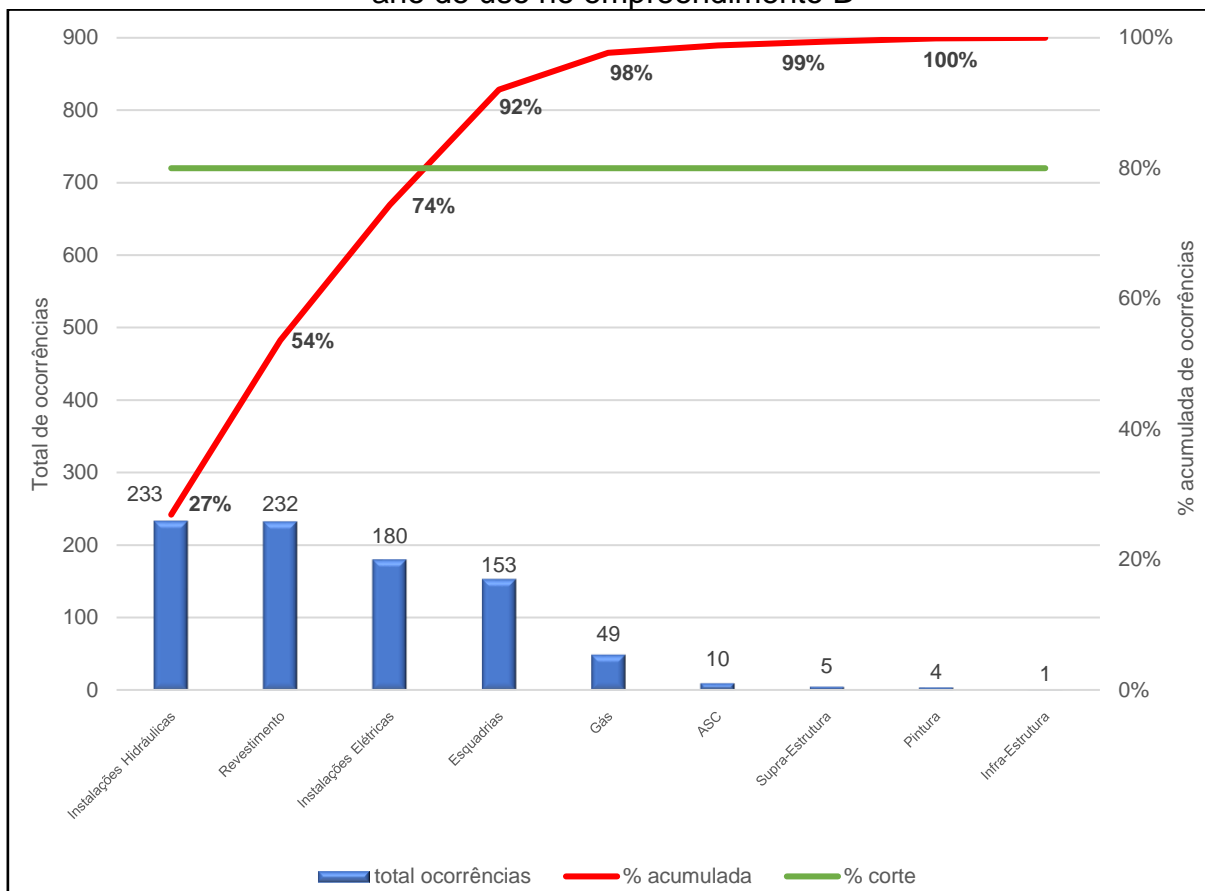
**c) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** problemas relacionados a vazamento/infiltração em instalações hidráulicas (64,47%), tubos/conexões danificados (15,79%) e entupimento/retorno em ralos (6,58%).

Pode-se perceber que os maiores registros foram no sistema de revestimento, apresentando um percentual de 39%, sendo seus principais problemas relacionados a infiltrações, fissuras e desagregações, além de problemas referentes a piso desnivelado. Castro e Bonifacio (2020) obtiveram resultados semelhantes em seus estudos em torno de 11 empreendimentos, onde mostraram que os maiores registros de manifestações patológicas eram no sistema de revestimento, sendo problemas relacionados a fissuras, trincas nas fachadas, infiltrações, falhas de aderência no reboco entre outros problemas relacionados ao processo construtivo.

#### 4.1.1.2 Região Sudeste

De acordo com os resultados analisados do empreendimento B, pode-se constatar que houve 867 registros de ocorrência de chamados no pós-obra no período de 1 ano de uso, em 2021. Através do Gráfico de Pareto (Figura 33), verificou-se que os sistemas com maiores porcentagens de chamados são: 27% relacionados com instalações hidráulicas, 27% em revestimentos argamassados e 20% de instalações elétricas.

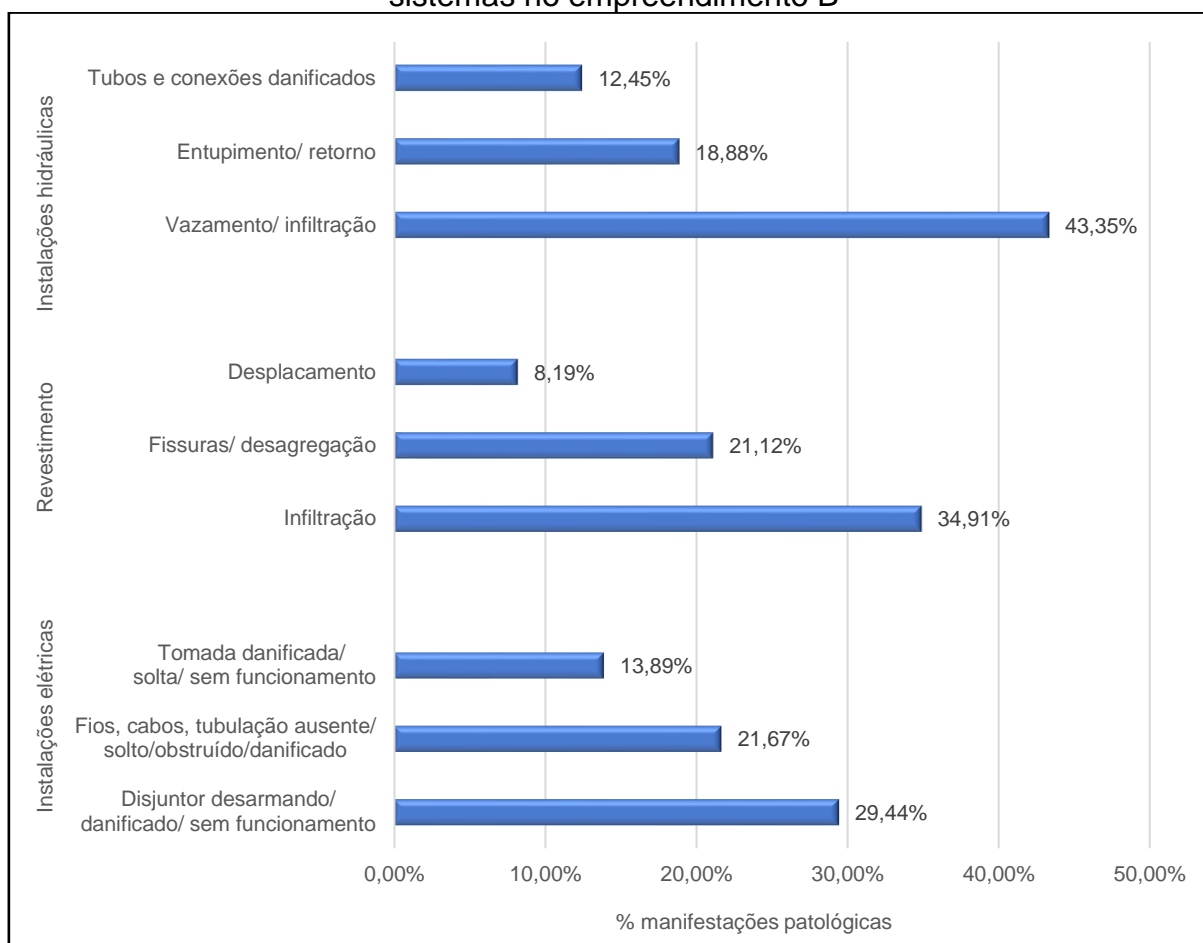
Figura 33 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 1 ano de uso no empreendimento B



Fonte: Autora (2022).

Portanto, levando em consideração o princípio de Pareto, pode-se constatar que os percentuais acumulados dos três primeiros sistemas (instalações hidráulicas, revestimento e instalações elétricas) apresentaram 74% das ocorrências registradas, sendo os sistemas que mais pesam em relação aos problemas no pós-obra no empreendimento B. Mediante a isso, a Figura 34 apresenta os três principais problemas patológicos dentro de cada um desses três sistemas e o comportamento em percentuais dessas incidências.

Figura 34 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas no empreendimento B



Fonte: Autora (2022).

De acordo com relatórios e laudos técnicos da análise de um empreendimento realizada por Brandão (2007), durante os dois primeiros anos de utilização foi somado um percentual de 68% das ocorrências do período de cinco anos, relacionados a problemas no sistema hidráulico, como entupimento das tubulações, retorno de gases e espuma, e vazamentos em tubulação hidráulica. Através dos resultados obtidos por Brandão (2007), pode-se fazer um comparativo com os resultados encontrados no sistema de instalações hidráulicas no empreendimento B, observando a semelhança entre as manifestações patológicas registradas. A seguir, os resultados das três manifestações patológicas com maiores porcentagens dentro dos três sistemas de maior peso no empreendimento B, sendo eles:

- a) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** vazamento em instalações hidráulicas (43,35%), entupimento/retorno em ralos (18,88%) e tubos/conexões danificados (12,45%).



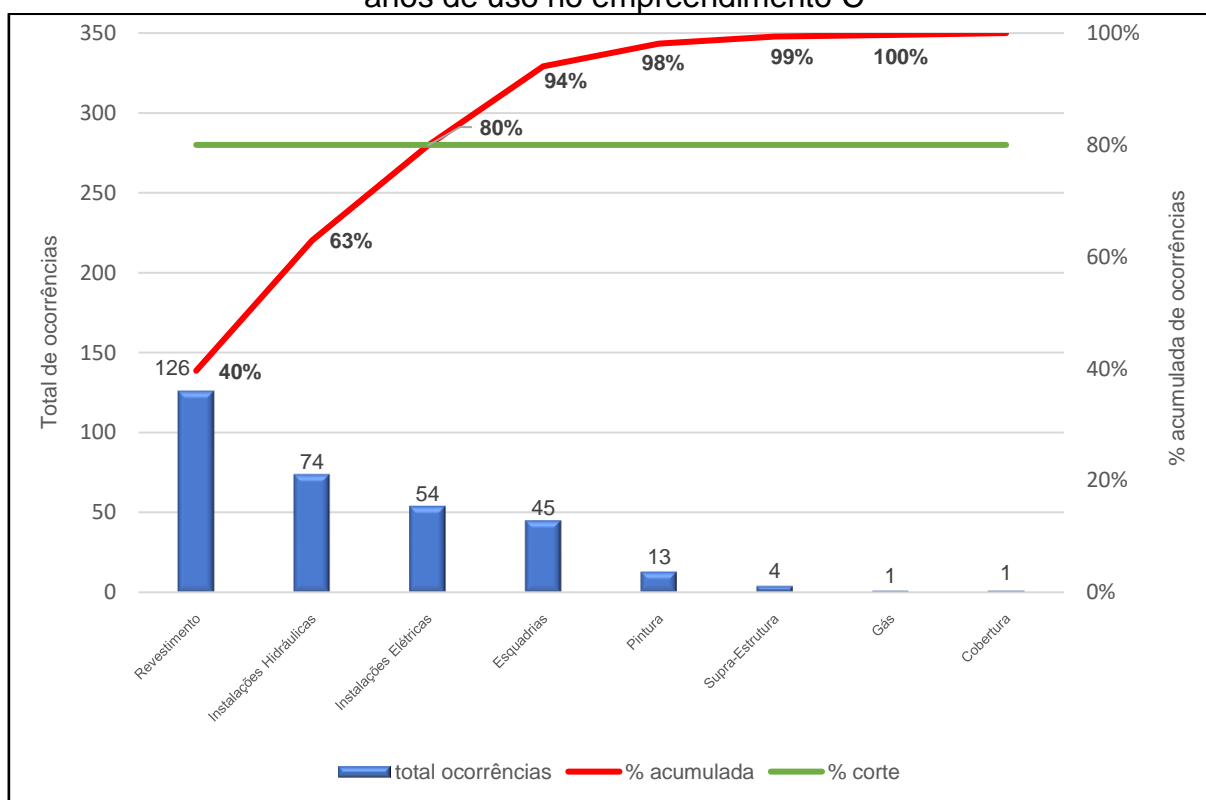
**b) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** infiltrações em revestimento argamassado (34,91%), fissuras/desagregação (21,12%) e problemas relacionados a deslocamento de revestimento (8,19%).

**c) Grupo de manifestação patológica – Instalações elétricas:** problemas relacionados ao funcionamento e integridade do disjuntor (29,44%), fios/cabos/tubulação danificados (21,67%) e tomadas danificadas ou sem funcionamento (13,89%).

#### 4.1.1.3 Região Centro-Oeste

Os dados levantados do empreendimento C apresentaram um total de 318 ocorrências de chamados no pós-obra durante o período de 2 anos de uso. A partir do Gráfico de Pareto (Figura 35), nota-se que os três sistemas que apresentaram os maiores percentuais de incidências, foram: 40% em revestimento argamassado, 23% em instalações hidráulicas e 17% em instalações elétricas.

Figura 35 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 2 anos de uso no empreendimento C

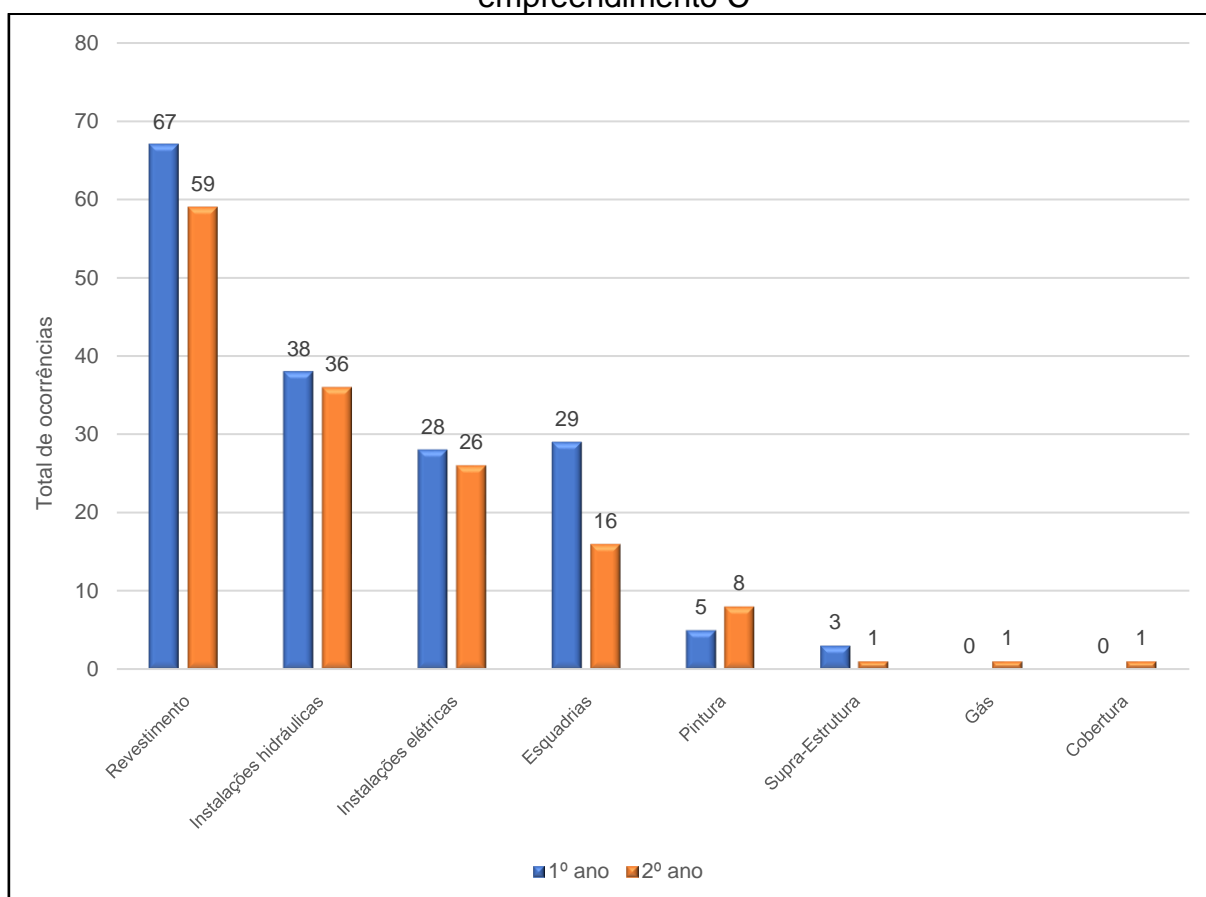


Fonte: Autora (2022).

A partir do Gráfico de Pareto, é possível observar que os três primeiros sistemas (revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas) tiveram maior relevância durante os 2 anos de uso do empreendimento, acumulando um percentual de 80% das ocorrências registradas no setor de pós-obra. Portanto, deve-se ter uma maior cautela na verificação destes serviços citados anteriormente.

O histograma da Figura 36 exibe os quantitativos de chamados registrados anualmente, período correspondente aos 2 anos de uso do empreendimento C. Deste modo, facilita-se a análise dos dados, sendo possível a verificação do período em que ocorreu mais incidências nos respectivos sistemas.

Figura 36 – Quantitativos de chamados registrados anualmente por sistemas no empreendimento C

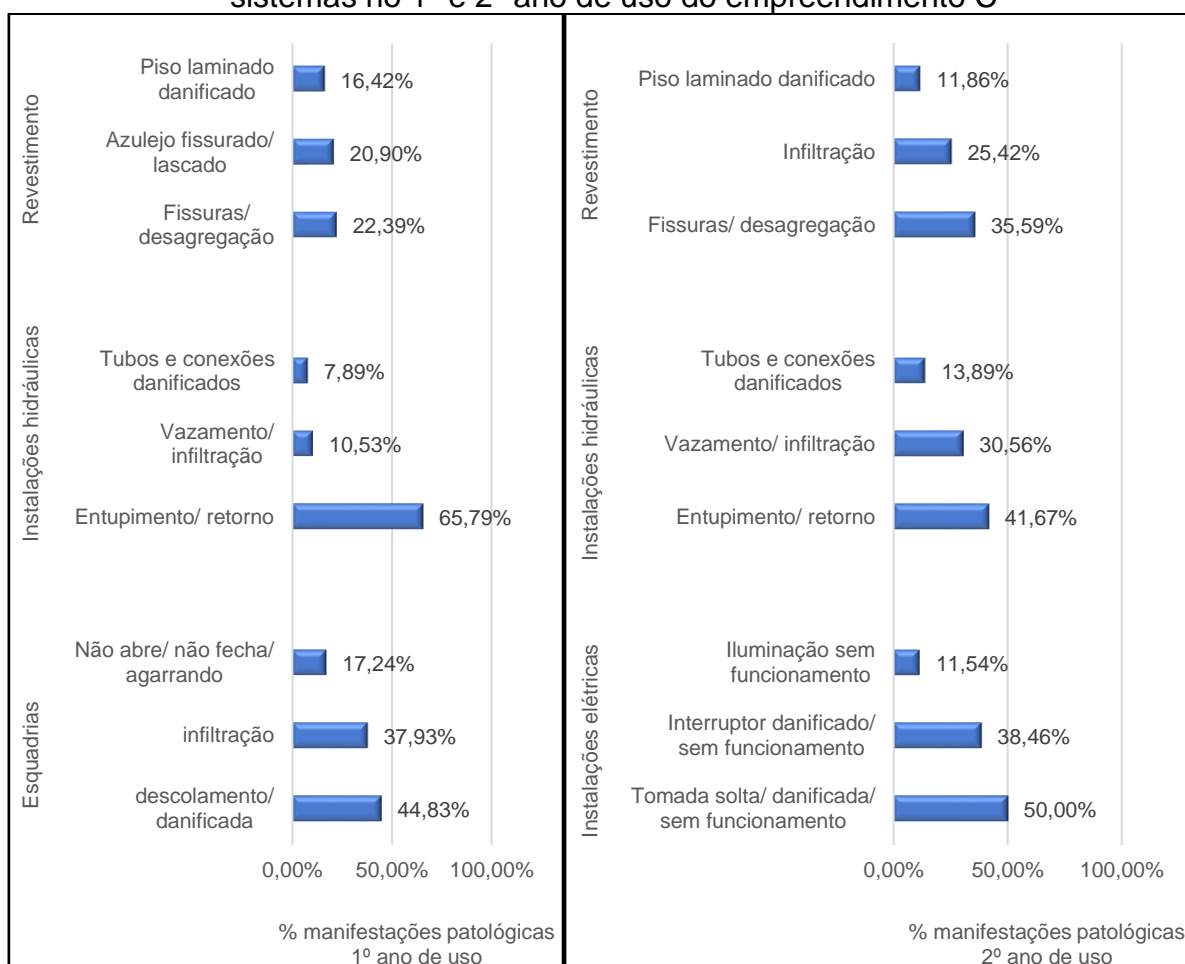


Fonte: Autora (2022).

Observa-se através dos quantitativos de chamados anuais do empreendimento C que, 53% dos problemas ocorreram no primeiro ano de utilização do empreendimento e o segundo ano apresentou 47% dos problemas de pós-obra. Segundo Ferreira (2017) o primeiro ano de utilização apresenta um percentual mais

elevado de manifestações patológicas, pois é o período em que foram testados todos os sistemas presentes no empreendimento, fazendo com que apareçam problemas relacionados a infiltrações, fissuras em revestimentos, problemas em instalações elétricas e hidráulicas e a visibilidade dos acabamentos. No segundo ano, a tendência é a redução das manifestações patológicas em decorrência das ações corretivas e preventivas visando a redução das manifestações patológicas. Através da Figura 37, pode-se analisar os três principais problemas patológicos dentro de cada um dos três sistemas com maior porcentagem acumulada, e o comportamento em percentuais dessas incidências no primeiro ano e segundo ano de uso do empreendimento C.

Figura 37 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas no 1º e 2º ano de uso do empreendimento C



Fonte: Autora (2022).

Os sistemas que apresentaram valores significativos em ocorrências de pós-obra no primeiro ano de uso no empreendimento C foram revestimento, instalações

hidráulicas e esquadrias, assim, os itens a seguir exibem os tipos de problemas e porcentagens relacionadas a esses sistemas:

- a) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** problemas relacionados a fissura e desagregação do revestimento (22,39%), azulejo fissurado e lascado (20,90%) e piso laminado danificado (16,42%).
  
- b) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** problemas relacionados com entupimento e retorno de mal cheiro dos ralos (65,79%), vazamento e infiltrações (10,53%) e tubos/conexões danificados (7,89%).
  
- c) Grupo de manifestação patológica – Esquadrias:** problemas relacionados com o descolamento e integridade das esquadrias (44,83%), infiltrações em janelas (37,93%), esquadrias que não abrem/fecham (17,24%).

No segundo ano de uso do empreendimento C os sistemas que mais apresentaram ocorrências em pós-obra foram revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas. A seguir estão os tipos de problemas e porcentagens relacionadas a esses sistemas:

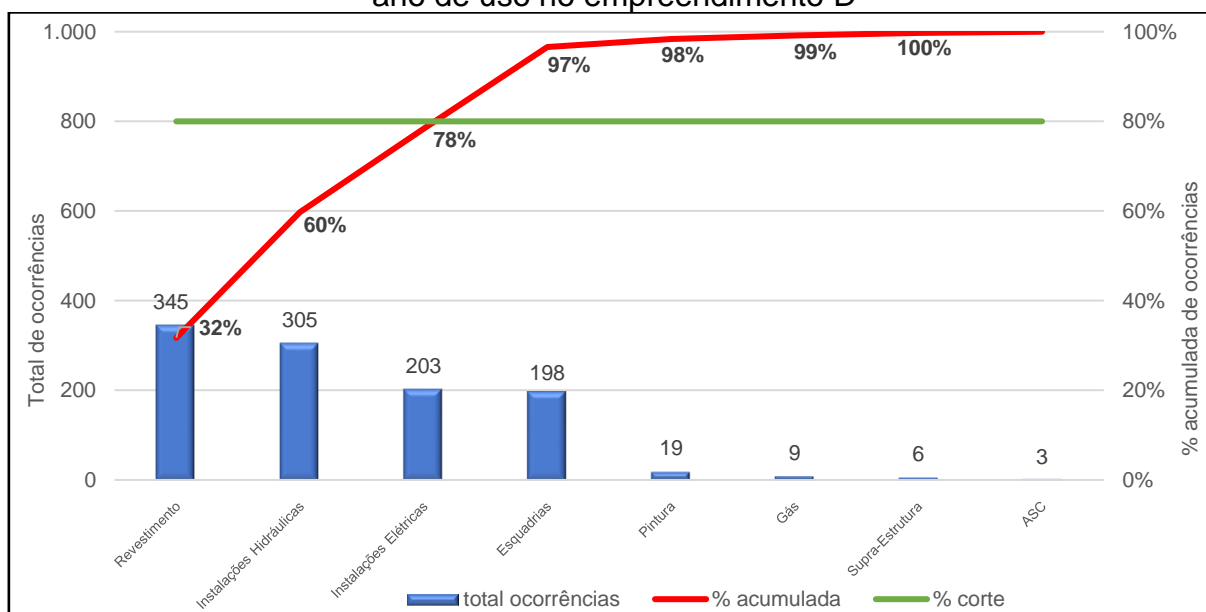
- a) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** problemas relacionados a fissura e desagregação do revestimento (35,59%), infiltração no revestimento (25,42%) e piso laminado danificado (11,86%).
  
- b) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** problemas relacionados com entupimento e retorno de mal cheiro dos ralos (41,67%), vazamento e infiltrações (30,56%) e tubos/conexões danificados (13,89%).
  
- c) Grupo de manifestação patológica – Instalações elétricas:** problemas relacionados com tomada solta/ danificada/ sem funcionamento (50%), interruptor danificado/ sem funcionamento (38,46%) e iluminação sem funcionamento (11,54%).

Através dos resultados obtidos no primeiro e segundo ano do empreendimento C, pode-se observar que em relação ao sistema de revestimento, houve um aumento de 13,2% do primeiro para o segundo ano em fissuras e desagregação, enquanto houve redução de 4,56% em ocorrências de piso laminado danificado. As instalações hidráulicas apresentaram redução de 24,12% em relação a entupimento e retorno de mal cheiro dos ralos, enquanto problemas relacionados com vazamento/infiltração tiveram aumento de 20,03%, e tubos/conexões danificados aumento de 6%. Porém, houve-se uma alteração de padrão no terceiro problema mais apontado nas ocorrências de pós-obra do primeiro para o segundo ano de uso do empreendimento, sendo reduzido os registros de esquadrias e aumentado os chamados em instalações elétricas.

#### 4.1.1.4 Região Nordeste

De acordo com a análise realizada dos registros de chamados no setor de pós-obra do empreendimento D, foram efetuadas 1088 ocorrências relacionadas a manifestações patológicas no período de 1 ano de uso, em 2021. A partir do Gráfico de Pareto (Figura 38), verificou-se os três grupos de serviços que prevaleceram nos percentuais de incidências patológicas, sendo eles: 32% de revestimentos argamassados, 28% de instalações hidráulicas e 18% de instalações elétricas.

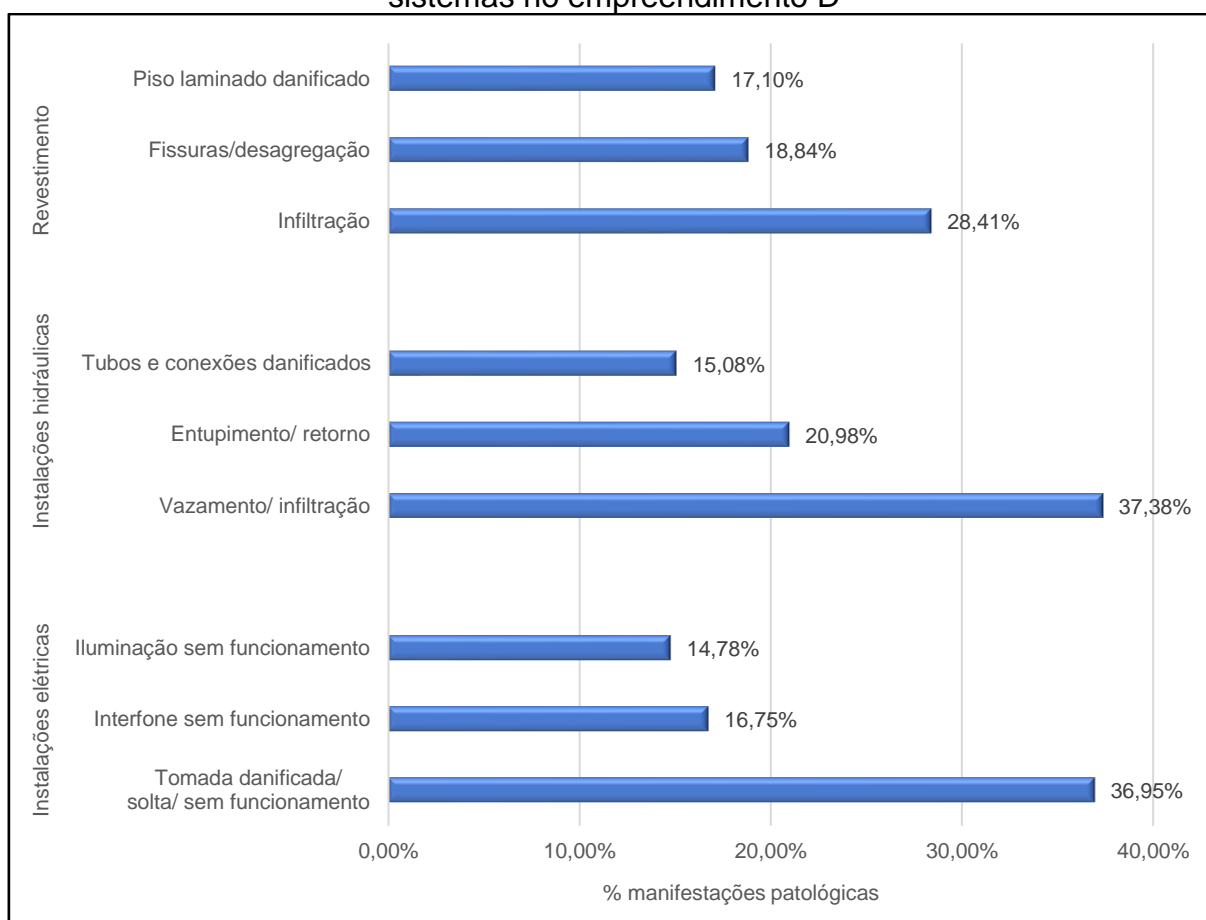
Figura 38 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 1 ano de uso no empreendimento D



Fonte: Autora (2022).

Nota-se que os três primeiros grupos de serviços (revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas) resultaram em um percentual acumulado de 78%, aproximando-se da linha de 80% dos problemas, regra do 80/20 do princípio de Pareto. Diante do exposto, a Figura 39 apresenta os três principais problemas patológicos dentro de cada um desses três sistemas e o comportamento em percentuais dessas incidências, relacionados ao empreendimento D.

Figura 39 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas no empreendimento D



Fonte: Autora (2022).

Os sistemas que mais tiveram incidências nas ocorrências de pós-obra no empreendimento D foram revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas, assim os itens abaixo apresentam os tipos de problemas relacionadas a esses sistemas:

**a) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** infiltrações em revestimento argamassado (28,41%), fissuras/desagregação (18,84%) e piso

laminado danificado (17,10%).

**b) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** problemas relacionados com vazamento e infiltrações (37,38%), entupimento e retorno de mal cheiro nos ralos (20,98%) e tubos/conexões danificados (15,08%).

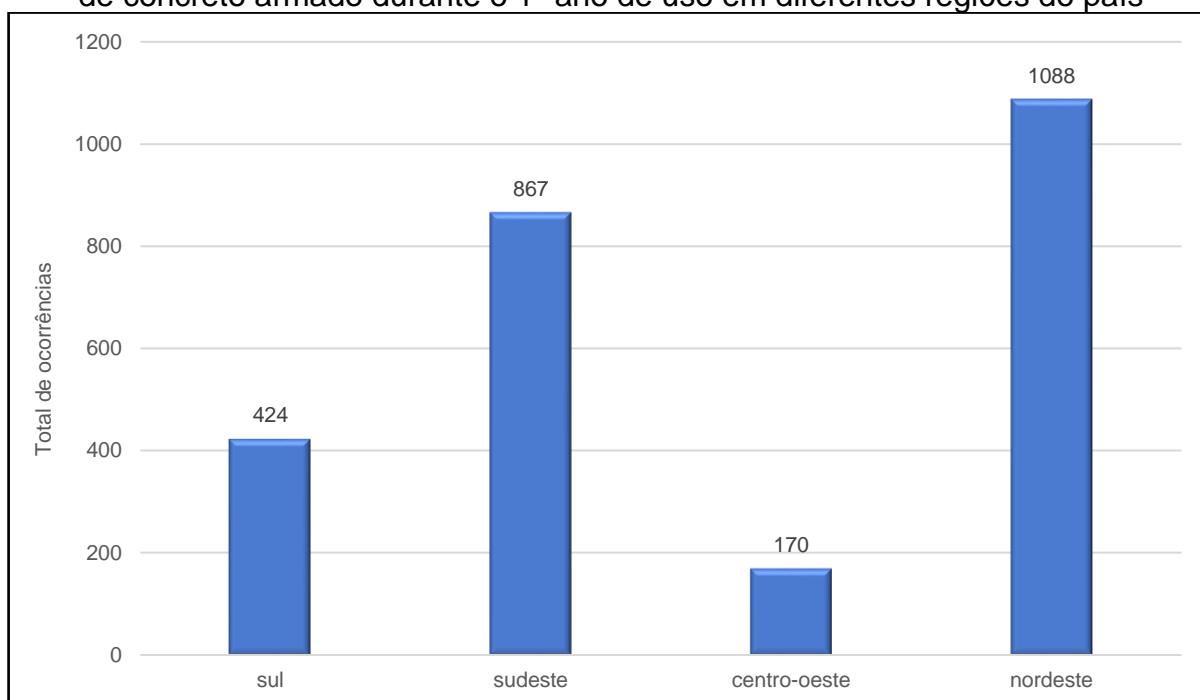
**c) Grupo de manifestação patológica – Instalações elétricas:** tomadas danificadas/soltas/sem funcionamento (36,95%), interfone sem funcionamento (16,75%) e iluminação sem funcionamento (14,78%).

Percebe-se que o sistema de revestimento, o qual apresentou a porcentagem mais alta em registros no empreendimento D, mantém o padrão de manifestações patológicas dos outros empreendimentos, sendo as infiltrações e fissuras os problemas com maiores porcentagens. Segundo Thomaz (1989), a penetração da infiltração na edificação depende de vários fatores, desde o projeto arquitetônico da fachada, até as propriedades do material utilizado na concepção da edificação. Em relação as fissuras, Campante e Baía (2003) acreditam que esses problemas são oriundos de dilatação e retração por variação de temperatura ou até mesmo por deformação estrutural excessiva.

#### 4.1.1.5 Comparação entre regiões

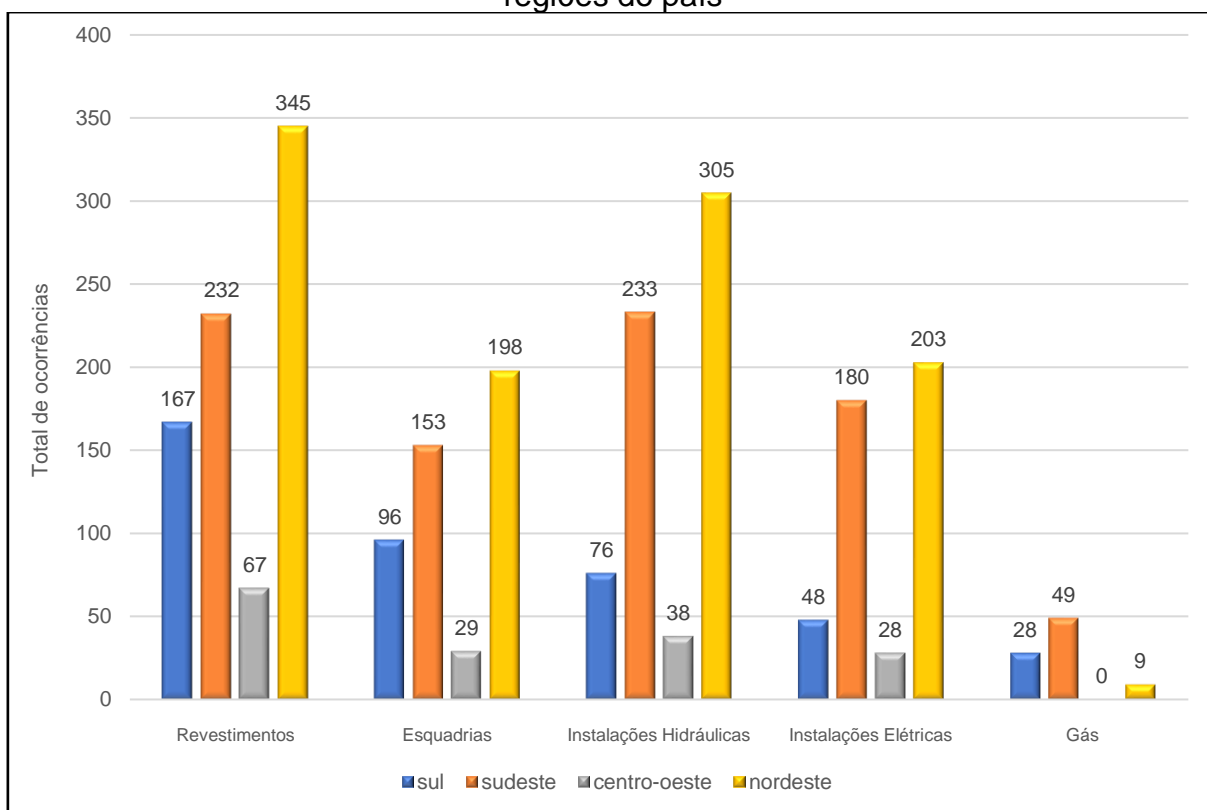
Através dos resultados obtidos de ocorrências registradas por grupo de sistemas utilizando concreto armado e apresentados separadamente por regiões, houve-se a demanda de unir os resultados a fim de analisar e comparar os dados obtidos. As Figuras 40 e 41 ilustram o comparativo global de ocorrências em empreendimentos de concreto armado durante 1 ano de uso em diferentes regiões do país, e os cinco sistemas que mais tiveram ocorrências registradas ao longo de 1 ano de uso, respectivamente.

Figura 40 - Comparativo global de ocorrências de chamados entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Figura 41 - Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país



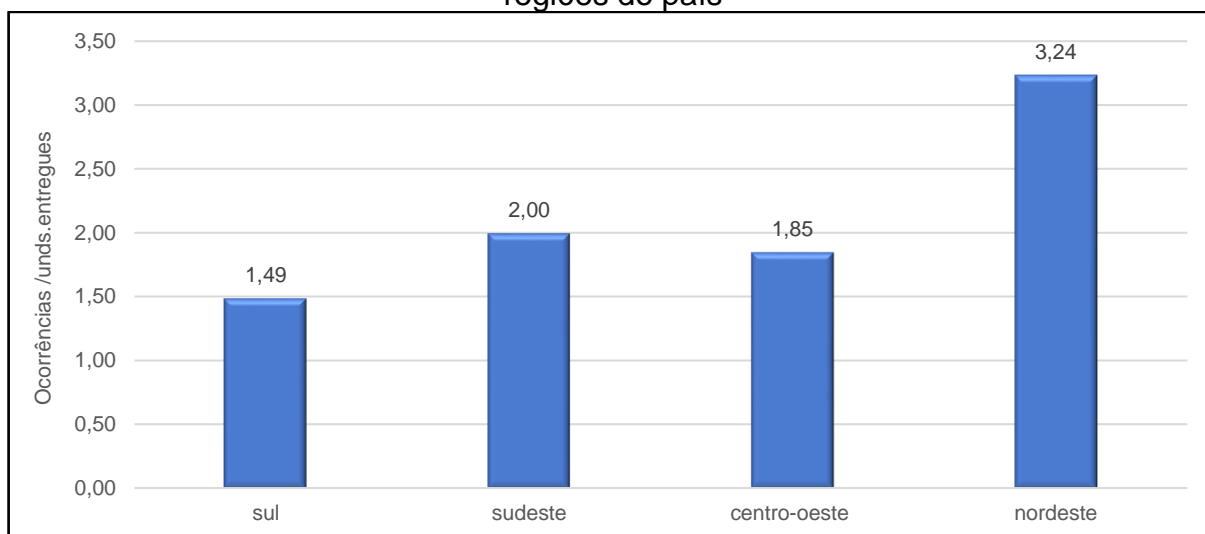
Fonte: Autora (2022).



Através dos dados apresentados, é possível visualizar que ocorreu uma maior disposição no número de chamados na região nordeste, seguido da região sudeste, posterior sul e centro-oeste. O empreendimento D, localizado na região nordeste, no seu primeiro ano de uso registrou os maiores números totais de ocorrências de chamados nos sistemas de revestimento, esquadrias, instalações hidráulicas e instalações elétricas em comparação aos outros empreendimentos. O empreendimento B, localizado na região sudeste do país, apresentou o segundo maior número de ocorrência de chamados nos sistemas de revestimento, esquadrias, instalações hidráulicas e instalações elétricas. No sistema de gás, o empreendimento B lidera no número de chamados registrados no primeiro ano de uso.

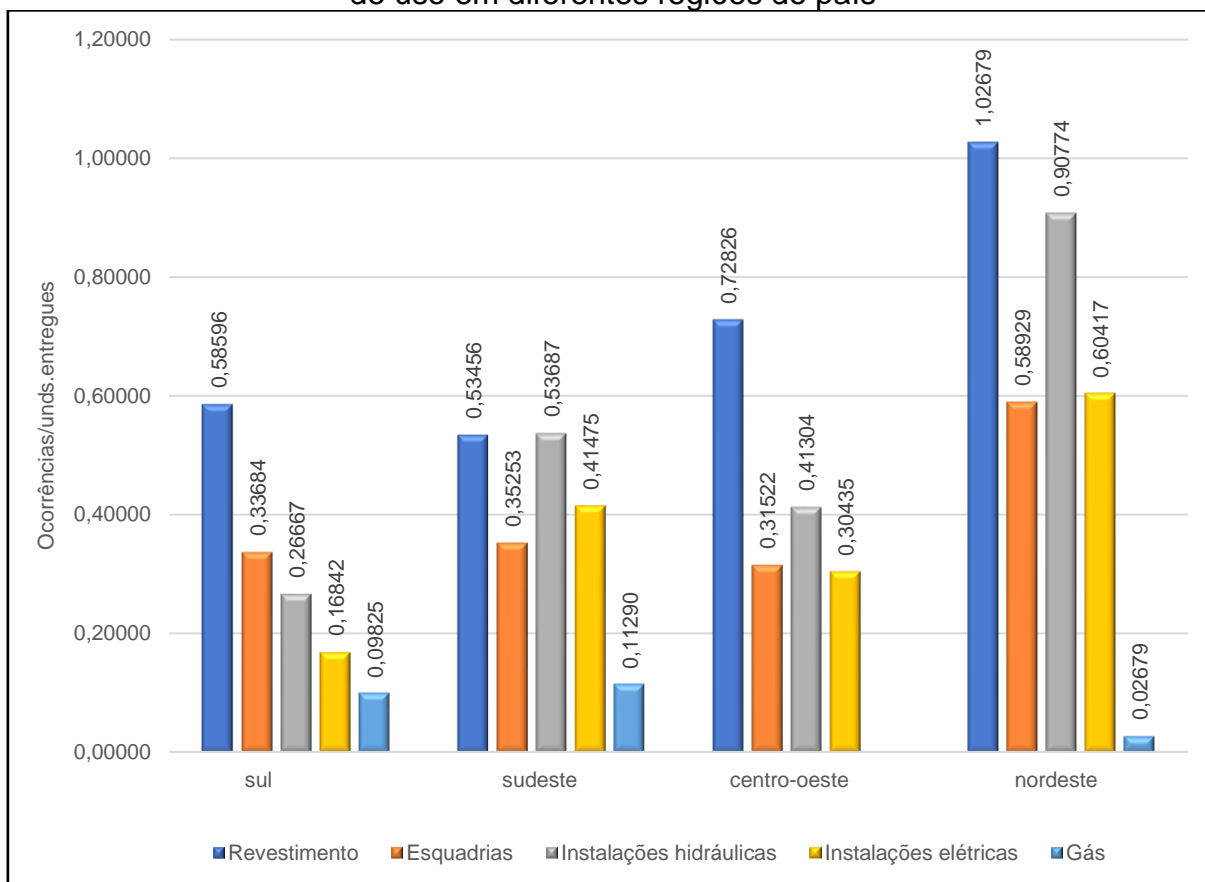
Cabe salientar que os empreendimentos possuem tamanhos distintos com número de unidades distintas. Diante do exposto, as Figuras 42 e 43 buscam equalizar os problemas por unidades entregues de cada empreendimento, apresentando os comparativos globais de ocorrências registradas em cada empreendimento durante o primeiro ano de uso, e os cinco sistemas que mais tiveram ocorrências registradas por unidades entregues no mesmo período, respectivamente. A planilha na íntegra contendo os quantitativos de ocorrências dos sistemas analisados em cada um dos quatro empreendimentos de concreto armado, suas respectivas porcentagens, e os resultados de ocorrências por unidades entregues estão apresentados no Apêndice A.

Figura 42 - Comparativo global de ocorrências de chamados por unidades entregues entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Figura 43 - Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por unidades entregues entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Analisando os resultados expostos, percebe-se que o empreendimento D, localizado na região nordeste, apresenta a maior soma de problemas registrados por unidades entregues. O empreendimento conta com 340 unidades, sendo 17 blocos, cada bloco com 5 pavimentos, contendo 4 apartamentos por andar. Das 340 unidades totais do empreendimento, 336 unidades já foram entregues ao longo do primeiro ano de uso da edificação, registrando 1088 problemas no setor de pós-obra, resultando em 3,24 problemas solicitados por unidades entregues.

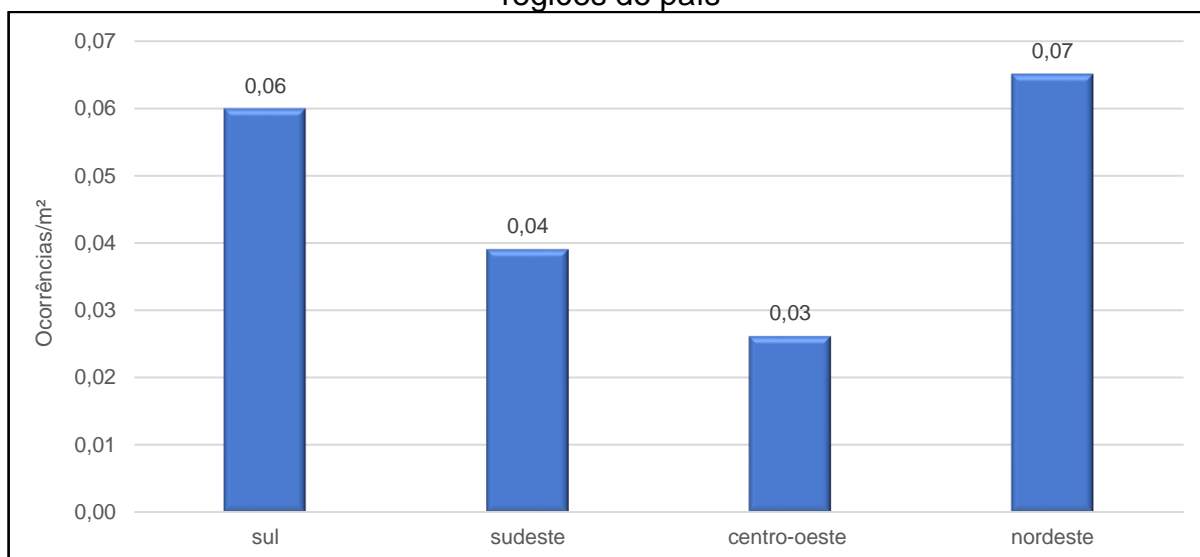
O empreendimento B, localizado na região sudeste do país, é o maior empreendimento em concreto armado utilizado no estudo, porém apresentou o segundo maior resultado em problemas registrados por unidades entregues. São 440 unidades na sua totalidade, sendo 11 blocos, cada bloco com 5 pavimentos, contendo 8 apartamentos por andar. Foram entregues ao longo do primeiro ano de uso, 434 unidades e foram registrados 867 problemas no setor de pós-obra, resultando em 2,00 problemas por unidades entregues.

O empreendimento C, localizado no centro-oeste do país, apresentou o terceiro maior resultado em problemas registrados por unidades entregues. São 96 unidades totais, sendo 6 blocos, cada bloco com 4 pavimentos, contendo 4 apartamentos por andar. Foram entregues ao longo do primeiro ano, 92 unidades, sendo registradas 170 ocorrências, somando um total de 1,85 problemas por unidades entregues.

Por último, o empreendimento A, localizado na região sul, apresentou o menor resultado em problemas registrados por unidades entregues. O empreendimento conta com 416 unidades, sendo 2 torres (11 pavimentos cada, contendo 8 apartamentos por andar) e 12 blocos (5 pavimentos cada, contendo 4 apartamentos por andar). Foram entregues ao longo do primeiro ano, 285 unidades, tendo 424 problemas registrados, somando um total de 1,49 problemas registrados por unidades entregues.

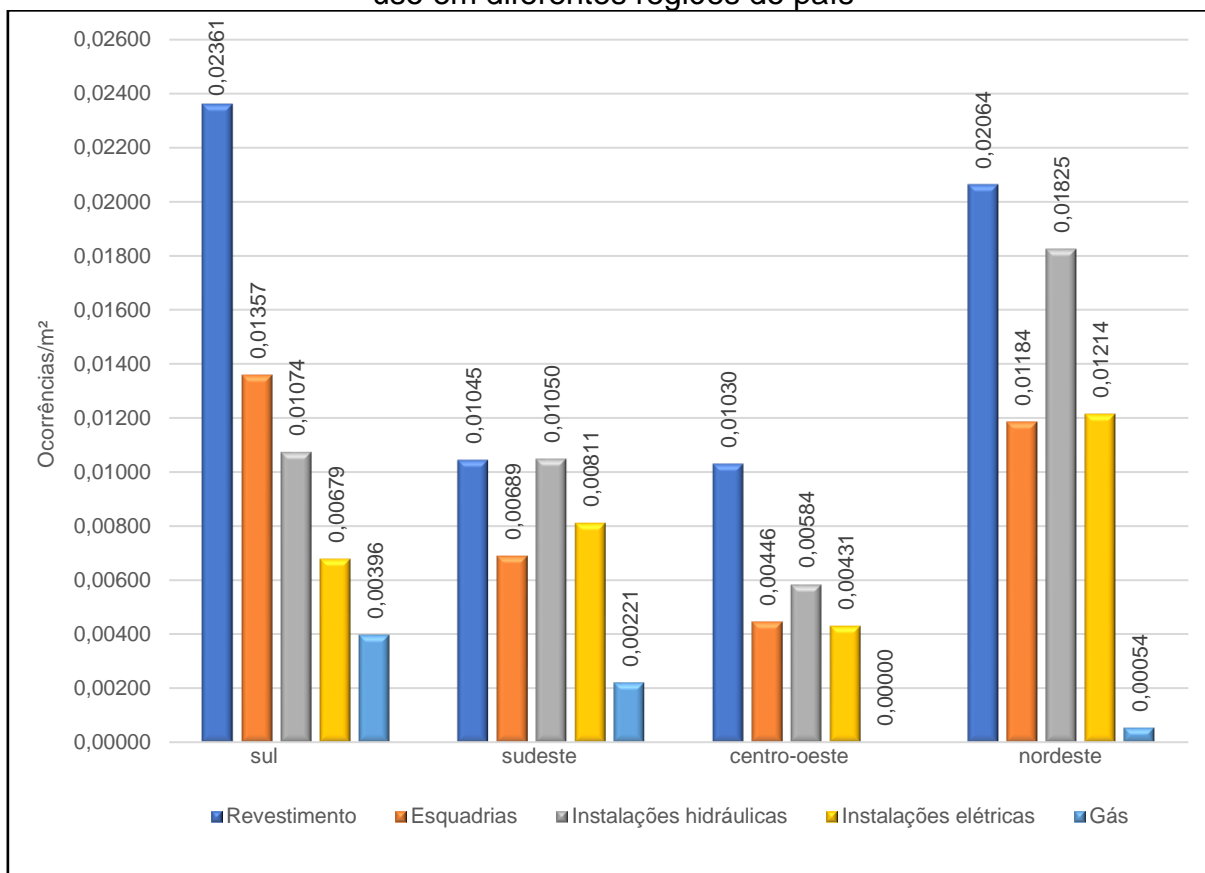
A Figura 44 e 45 ilustram o comparativo global de ocorrências de chamados por metro quadrado, e os cinco sistemas que mais reuniram ocorrências registradas por metro quadrado, respectivamente. Os resultados obtidos foram essenciais para observar a diferença no número de registros levando em consideração a área construída dos empreendimentos de concreto armado. A planilha na íntegra contendo os quantitativos de ocorrências dos sistemas analisados em cada um dos quatro empreendimentos de concreto armado, suas respectivas porcentagens, e os resultados de ocorrências por metro quadrado estão apresentados no Apêndice B.

Figura 44 – Comparativo global de ocorrências de chamados por metro quadrado entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Figura 45 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por metro quadrado entre empreendimentos de concreto armado durante o 1º ano de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Através dos resultados obtidos, pode-se constatar que as maiores incidências de problemas por metro quadrado ocorrem em quatro sistemas, sendo eles: revestimento, esquadrias, instalações elétricas e instalações hidráulicas. Comparando o sistema de revestimento, o empreendimento A apresentou o maior número de incidência por metro quadrado em relação aos demais empreendimentos, sendo seus três principais problemas: infiltrações (45,51%), fissuras ou desagregações (17,37%) e pisos desnivelados (14,97%). Porém, levando em consideração somente o número total de registros, o empreendimento D foi o que registrou o maior número de ocorrências no sistema de revestimento ao longo de 1 ano de uso.

Para o sistema de esquadrias, foi possível observar que o empreendimento A ultrapassou os demais empreendimentos com registros por metro quadrado, sendo os três principais problemas: vazamentos e infiltrações (48,96%), esquadrias com descolamentos, danificadas ou ausentes (20,83%) e esquadrias mal instaladas

(19,79%). Contudo, o empreendimento D, ao longo de 1 ano de uso, registrou o maior número total de ocorrências no sistema de esquadrias.

No sistema de instalações hidráulicas, o empreendimento D se destacou em relação aos demais, tanto por registros por metro quadrado quanto por registros totais, sendo suas três maiores ocorrências de problemas: vazamentos e infiltrações (37,38%), entupimentos e retornos (20,98%) e peças hidráulicas danificadas (15,08%). O empreendimento A foi o segundo com mais registros por metro quadrado em sistemas hidráulicos, sendo seus três principais problemas: vazamentos e infiltrações (64,47%), peças hidráulicas danificadas (15,79%), entupimentos e retornos (6,58%). Levando em consideração somente os números totais de registros, o empreendimento B aparece em segundo lugar no sistema de instalações hidráulicas, sendo suas três principais ocorrências de chamados: vazamentos e infiltrações (43,35%), entupimentos e retornos (18,88%) e peças hidráulicas danificadas (12,45%).

De acordo com os resultados do sistema de instalações elétricas, tanto os registros de ocorrências por metros quadrado, quanto os registros totais do empreendimento D se acentuaram em relação aos demais empreendimentos, sendo seus três principais problemas: tomadas danificadas, soltas e sem funcionamento (36,95%), interfones sem funcionamento (16,75%) e iluminação sem funcionamento (14,78%). O empreendimento B foi o segundo com maior número de registros por metro quadrado e por números totais de registros de ocorrências em sistemas de instalações elétricas, sendo seus três principais problemas pontuados: disjuntores danificados, desarmando e sem funcionamento (29,44%), fios/cabos/tubulações ausentes, soltos, obstruídas e danificadas (21,67%), tomadas danificadas, soltas e sem funcionamento (13,89%).

Ao comparar os empreendimentos, percebe-se que houve um padrão nos registros de ocorrências, sendo os mesmos apresentados nos diferentes empreendimentos. Contudo, percebe-se que os problemas registrados de revestimentos, esquadrias, instalações elétricas e instalações hidráulicas se vinculam a fatores de falha de execução dos serviços por conta da mão de obra, falhas envolvendo o armazenamento e utilização de materiais para execução dos grupos de serviços.

Em relação aos problemas encontrados nos primeiros anos de uso dos empreendimentos, Bernardes *et al.* (1998) esclarece através de uma análise feita em

52 obras, que nos primeiros dois anos de vida da edificação as porcentagens referentes aos registros de problemas se aproximaram de 37% no primeiro ano, porém essa porcentagem sofre redução de 5% no segundo ano de uso. Ao fazer o comparativo desses dados com o que foi declarado por Ferreira (2017), que o primeiro ano de utilização é o momento em que ocorre o percentual mais elevado de manifestações patológicas, pois é o momento em que foram testados todos os sistemas presentes no empreendimento, afirma-se que os resultados encontrados na pesquisa são condizentes, uma vez que os empreendimentos irão apresentar percentuais mais elevados de registros de problemas no seu primeiro ano de uso.

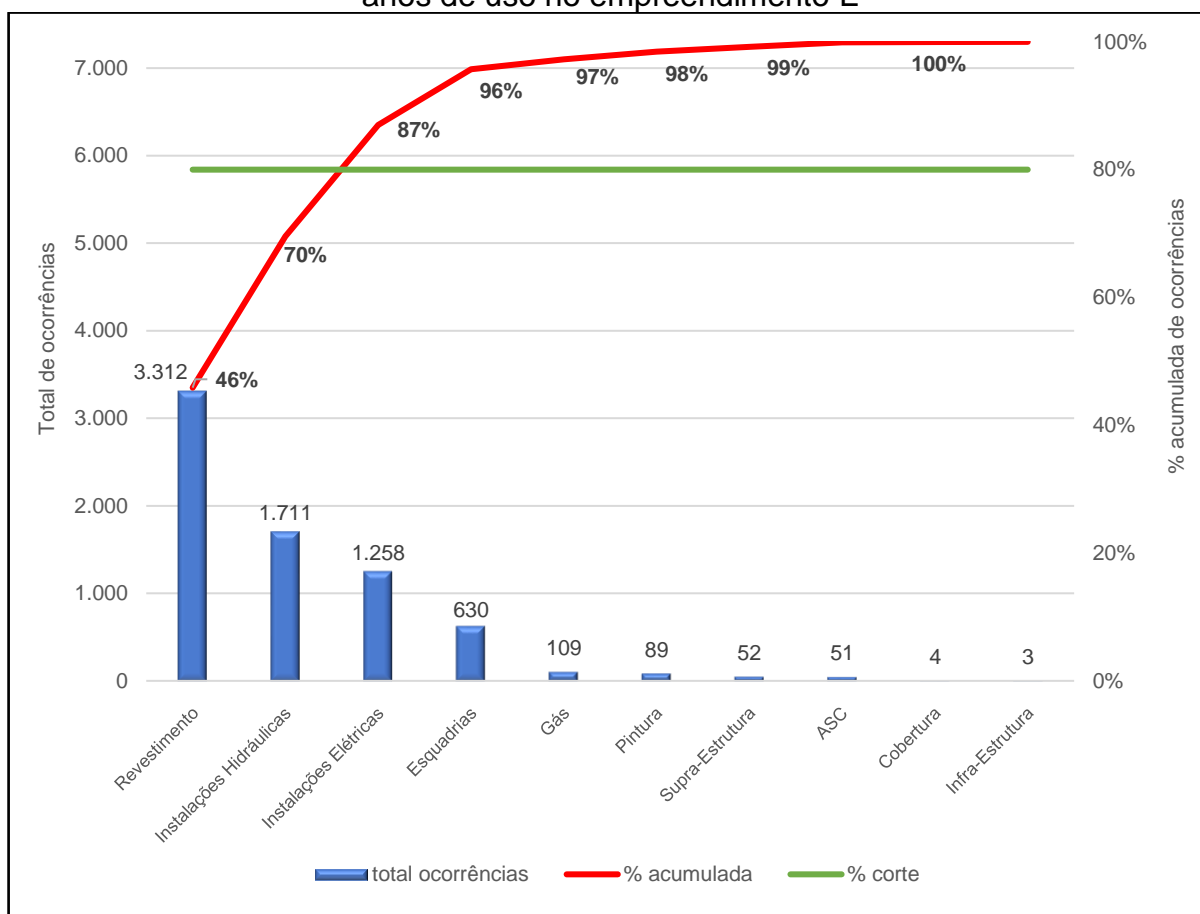
#### **4.1.2 Alvenaria Estrutural**

Este item analisa os dados obtidos de pós-obra dos quatro empreendimentos que utilizam alvenaria estrutural como método construtivo, sendo eles: empreendimento E localizado na região sul do país, empreendimento F na região sudeste, empreendimento G na região centro-oeste e empreendimento H representando na região nordeste. Através dos dados disponibilizados pela empresa, será apresentado o resultado global dos registros de cada empreendimento com idades que variam de 4 a 5 anos, porém a avaliação detalhada de cada sistema e suas principais manifestações patológicas foram somente avaliadas do período posterior a 2020, pois a empresa não realizava controle adequado dos registros de chamados anterior a essa data.

##### **4.1.2.1 Região Sul**

A partir dos dados coletados do empreendimento E, foram registrados um total de 7219 chamados de manifestações patológicas ocorridas nas unidades habitacionais ao longo dos 5 anos de uso. Através da Figura 46, pode-se observar que os três primeiros grupos de serviços foram os que apresentaram maior peso nas análises em relação aos problemas patológicos, resultando nas seguintes porcentagens individuais: 46% de revestimento argamassado, 24% de instalações hidráulicas e 17% de instalações elétricas.

Figura 46 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 5 anos de uso no empreendimento E

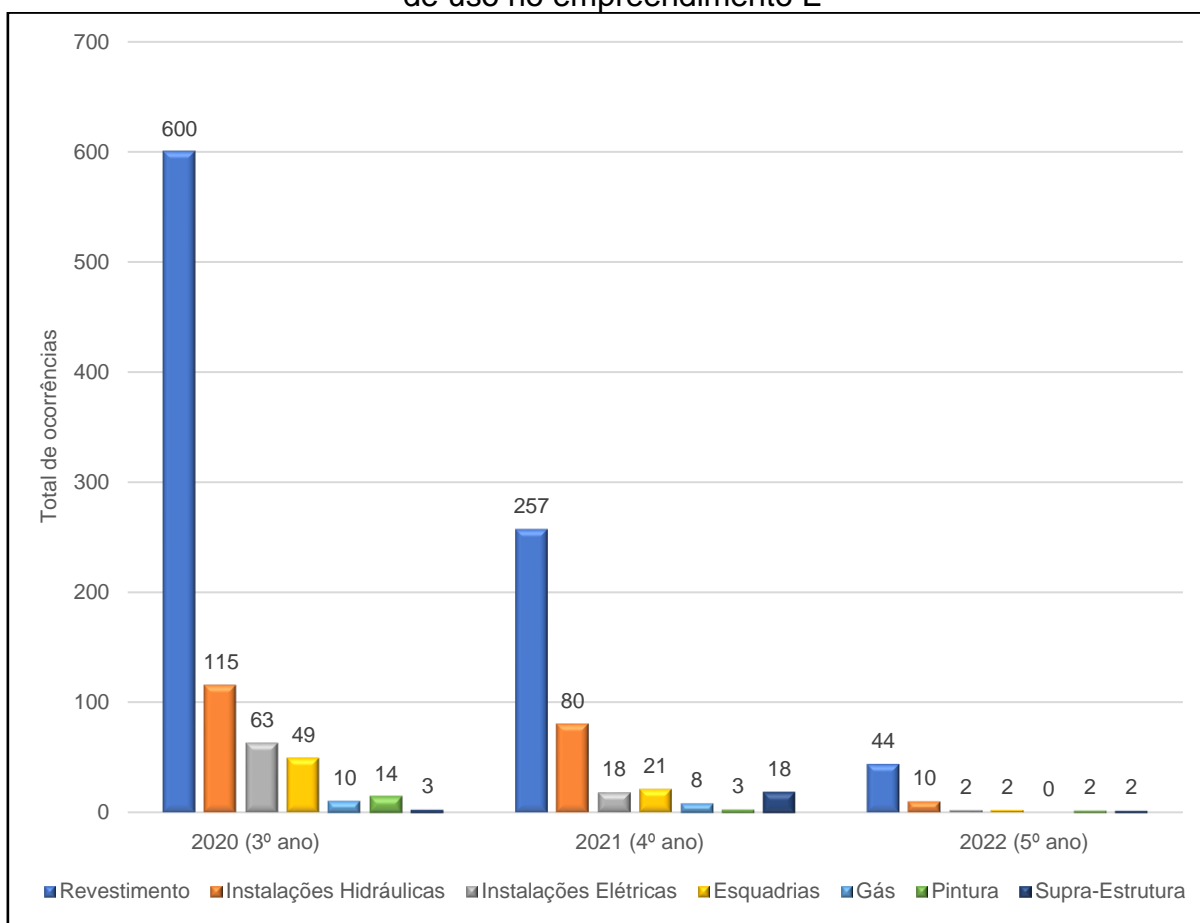


Fonte: Autora (2022).

De acordo com as porcentagens acumuladas, os três serviços de maior peso (revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas) obtiveram um total de 87% no total de ocorrências, resultando em 6281 chamados. Assim, percebe-se a necessidade de um maior controle de qualidade nesses serviços, visto que acumularam a maior parte de ocorrências registradas pelo setor de pós-obra ao longo dos 5 anos de uso.

Através do histograma representado na Figura 47, pode-se verificar separadamente os quantitativos das ocorrências registradas anualmente, período que corresponde do terceiro ao quinto ano de uso do empreendimento E, sendo esse o único período que a empresa registrou os dados detalhadamente por sistemas e por suas manifestações patológicas. A análise dos dados ao longo do tempo do empreendimento é de grande importância desde o seu primeiro de uso, pois assim pode-se verificar onde ocorreu mais incidências nos respectivos sistemas.

Figura 47 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento E

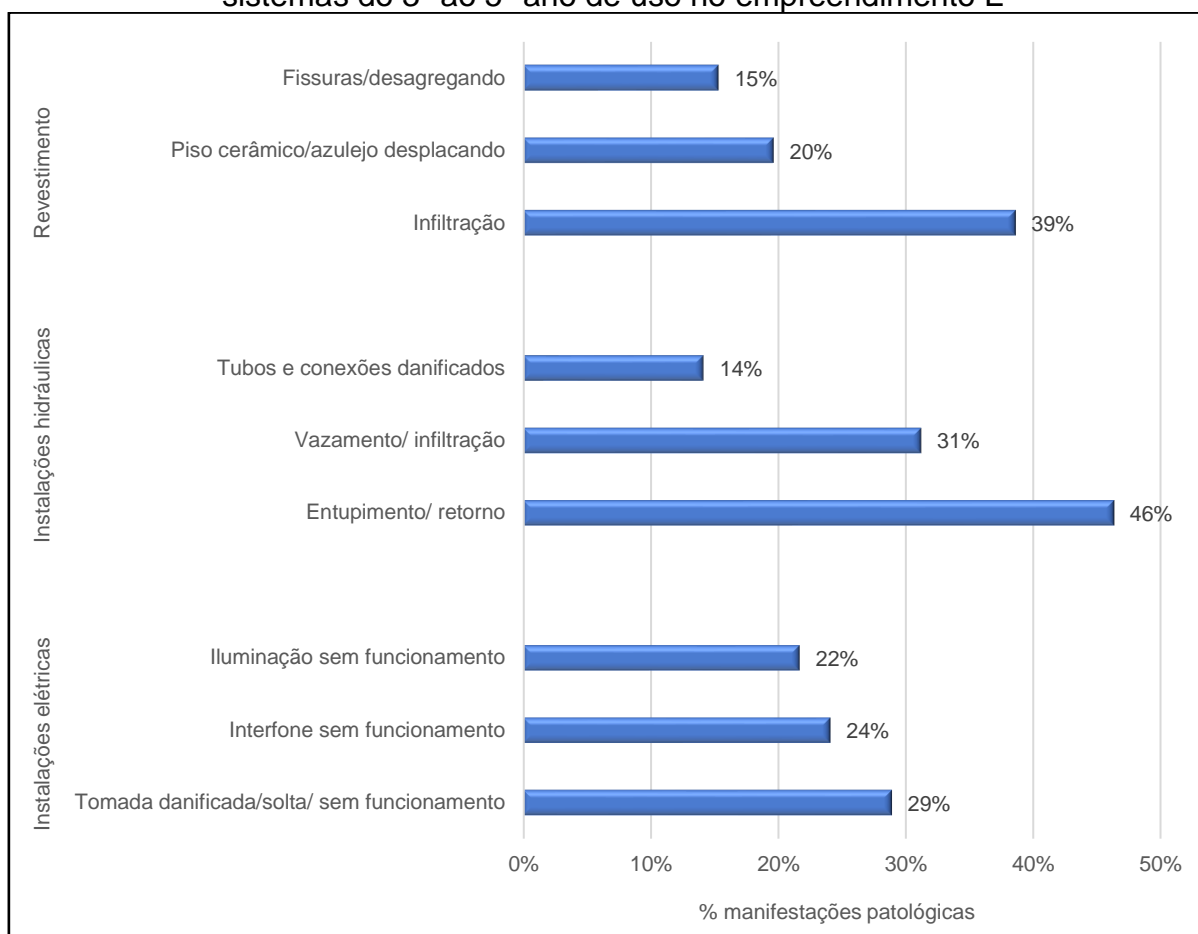


Fonte: Autora (2022).

Através dos resultados expostos percebe-se que, do terceiro até o quinto ano de uso o sistema de revestimento, instalações hidráulicas, instalações elétricas, esquadrias, gás e pintura apresentaram redução nos seus registros de chamados, sendo o sistema de superestrutura o único a apresentar um aumento no número de ocorrências do terceiro para o quarto ano de uso. Por meio da Figura 48, é possível observar os três principais problemas patológicos dentro dos três sistemas de maior relevância, e o comportamento em percentuais dessas incidências, entre o terceiro e quinto ano de uso do empreendimento E.



Figura 48 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento E



Fonte: Autora (2022).

Os sistemas que mais tiveram incidências nas ocorrências de pós-obra no empreendimento E do terceiro ao quinto ano de uso foram revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas. Ao relacionar os resultados com o estudo feito por Vasconcelos (2021), verifica-se que as origens dos problemas apresentados nos três sistemas são possivelmente decorrentes da baixa qualidade na mão de obra, podendo linkar com a falha de execução dos serviços, e com a obtenção de materiais de baixa qualidade e sua posterior utilização. A seguir, são apresentados os maiores problemas registrados dentro dos três principais sistemas do empreendimento E, entre o terceiro e quinto ano de uso, sendo eles:

- a) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** infiltrações em revestimento argamassado (39%), piso cerâmico/azulejo deslocando (20%) e fissuras e desagregações (15%).

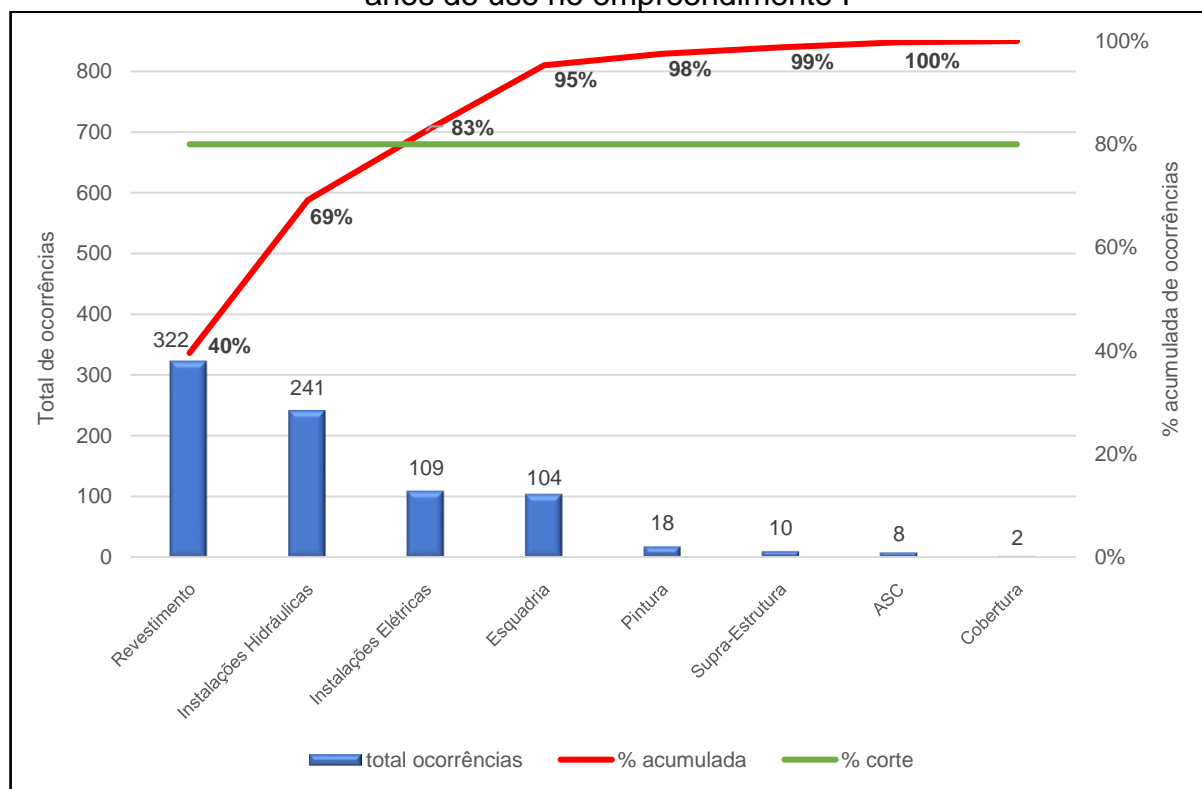
**b) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** problemas relacionados com entupimento e retorno nos ralos (46%), vazamentos e infiltrações (31%) e tubos/conexões danificados (14%).

**c) Grupo de manifestação patológica – Instalações elétricas:** tomadas danificadas/soltas/sem funcionamento (29%), interfone sem funcionamento (24%) e iluminação sem funcionamento (22%).

#### 4.1.2.2 Região Sudeste

Através da análise de dados coletados pelo setor de pós-obra do empreendimento F, foram registrados um total de 814 chamados de problemas encontrados nas unidades habitacionais ao longo dos 5 anos de uso. Deste modo, a Figura 49 mostra os três sistemas que mais impactaram nos percentuais de incidências registrada, sendo: 40% de revestimento, 30% de instalações hidráulicas e 13% de instalações elétricas.

Figura 49 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 5 anos de uso no empreendimento F

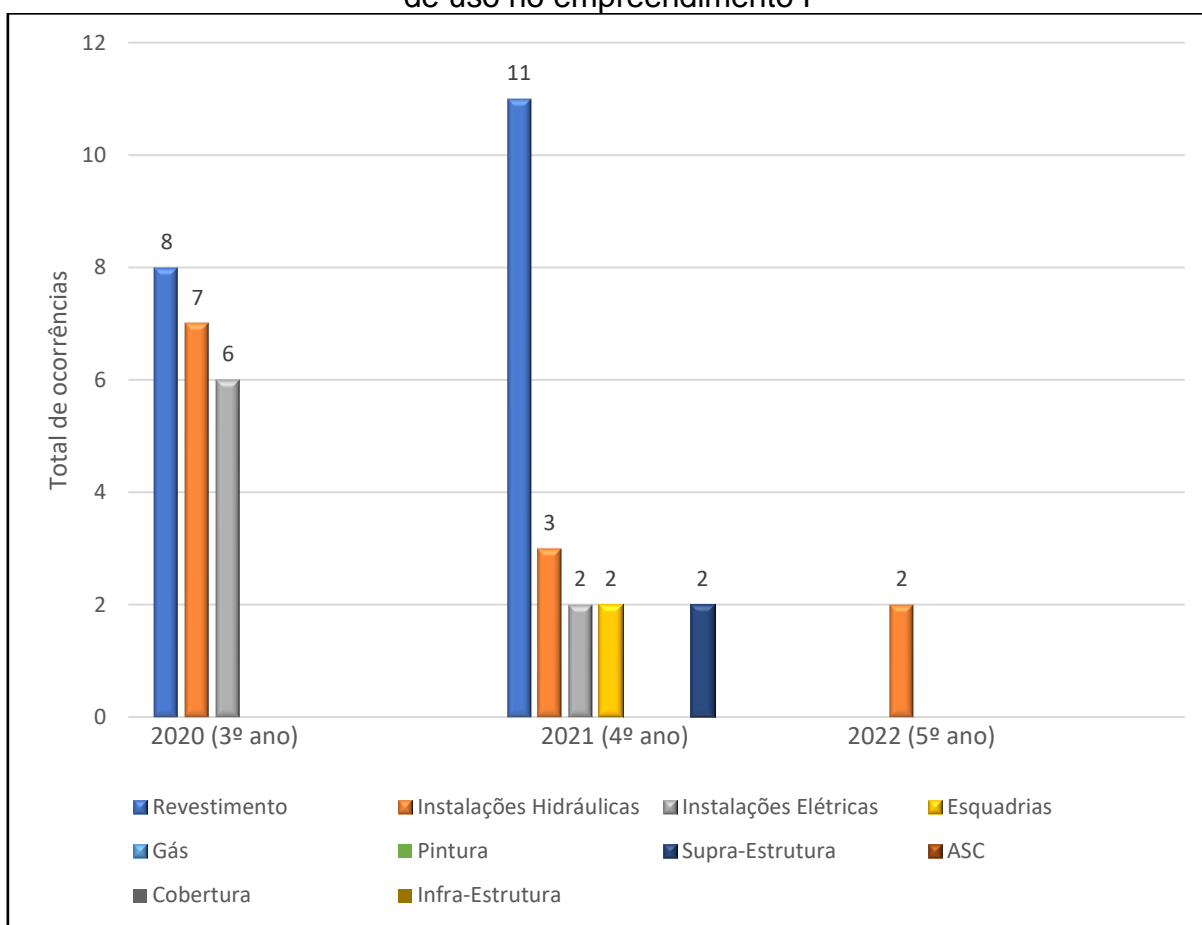


Fonte: Autora (2022).

Assim, o percentual acumulado dos três principais serviços (revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas) resultou em 83%, ultrapassando em três pontos a linha de 80% dos problemas, regra do 80/20 do princípio de Pareto. Portanto, percebe-se a necessidade de análise do processo destes serviços visando a sua correta execução para minimização dos problemas.

A situação da falta de dados registrados nos primeiros 2 anos de uso no empreendimento E, também ocorre no empreendimento F, onde a verificação dos registros se dá somente do terceiro ao quinto ano de uso, sendo o único período que a empresa registrou os dados detalhadamente por sistemas e por suas manifestações patológicas. A Figura 50 apresenta a análise dos dados correspondentes do terceiro ao quinto ano de uso do empreendimento F, a fim de observar os resultados obtidos em cada sistema.

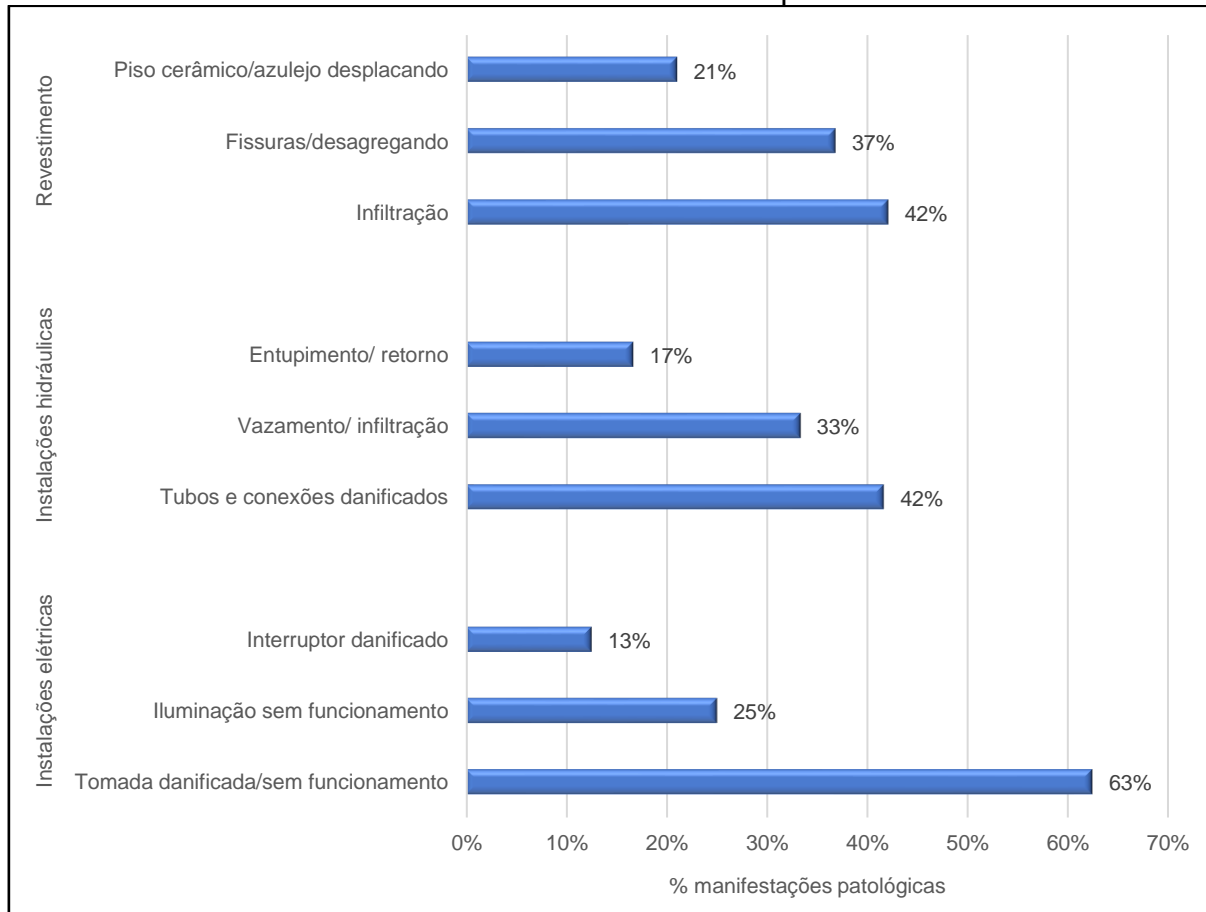
Figura 50 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento F



Fonte: Autora (2022).

Mediante os resultados obtidos, nota-se que do terceiro ao quinto ano de uso, o setor de pós-obra apresentou valores irrelevantes comparados ao valor total de 814 registros de chamados acumulados ao longo dos 5 anos do empreendimento. Assim, é possível afirmar que mesmo a empresa não tendo os registros detalhados de cada um dos chamados nos primeiros 2 anos de uso, foi nesse período em que ocorreu o maior número de registros do empreendimento F. Outro ponto para se observar é que, os registros no sistema de revestimento aumentaram do terceiro para o quarto ano, mas em compensação houve-se uma redução no quinto ano para zero ocorrências. Os demais sistemas como instalações hidráulicas, instalações elétricas foram reduzindo ao longo do tempo, sendo esquadrias e superestrutura os únicos sistemas que aumentaram do terceiro para o quarto ano de uso. Através da Figura 51 é possível observar os principais problemas patológicos dentro dos três sistemas mais significativos, e o comportamento em percentuais dessas incidências do terceiro ao quinto ano de uso do empreendimento F.

Figura 51 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento F



Fonte: Autora (2022).

Corroborando com as afirmações de Souza e Ripper (1998), nota-se que os problemas registrados dentro de cada um dos três sistemas são oriundos de erros na execução de serviços no canteiro de obras, podendo ser falhas na espessura utilizada no assentamento da argamassa, flechas excessivas em lajes e problemas na instalação das peças hidráulicas e elétricas por parte dos colaboradores. O último ponto citado é o mais difícil de ser identificado, sendo observado somente após a utilização da edificação. A seguir, são ilustrados os maiores problemas registrados dentro dos três principais sistemas do empreendimento F, entre o terceiro e quinto ano de uso, sendo eles:

**a) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** problemas relacionados com infiltrações (42%), fissuras e desagregações (37%) e piso cerâmico/azulejo deslocando (21%).

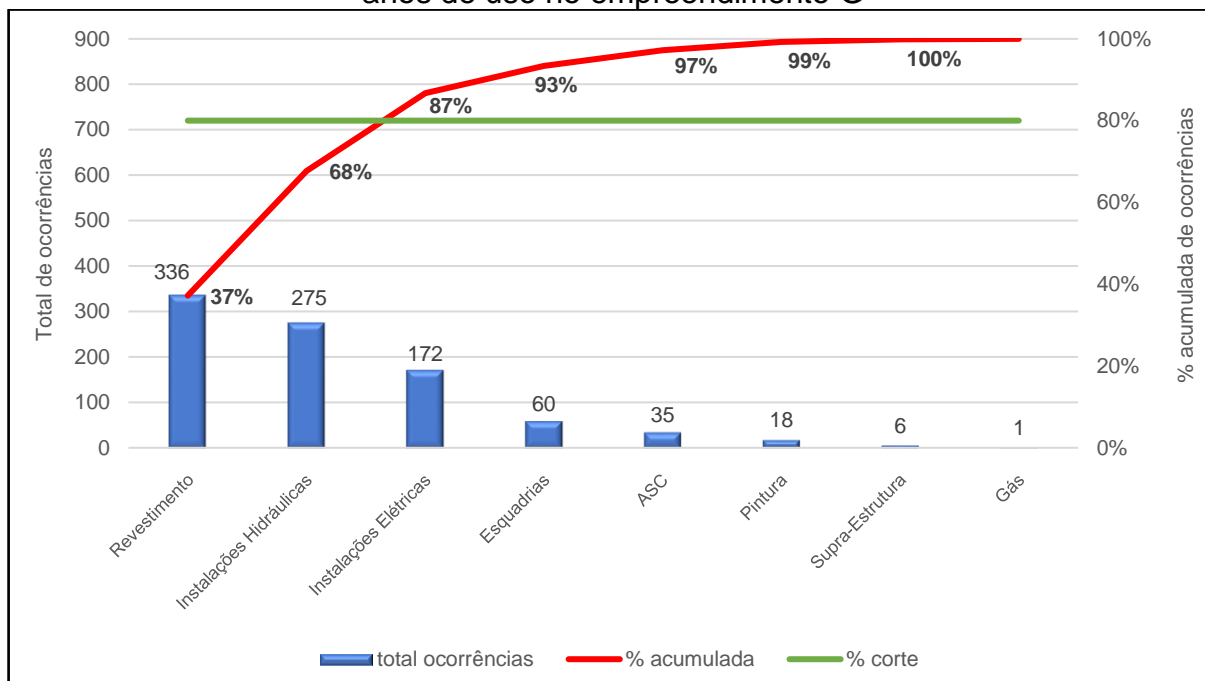
**b) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** tubos/conexões danificadas (42%), vazamentos e infiltrações (33%) e entupimento/retorno de ralos (17%).

**c) Grupo de manifestação patológica – Instalações elétricas:** tomadas danificadas/sem funcionamento (63%), iluminação sem funcionamento (25%) e interruptores danificados (13%).

#### 4.1.2.3 Região Centro-Oeste

No empreendimento G, ao longo dos 5 anos de uso, foram registrados um total de 903 chamados de problemas ocorridos no pós-obra. A Figura 52 ilustra os três serviços com maior destaque em registros, somando uma porcentagem acumulada de 87%, sendo: revestimentos argamassados com 37%, instalações hidráulicas com 31% e instalações elétricas com 19% de ocorrências.

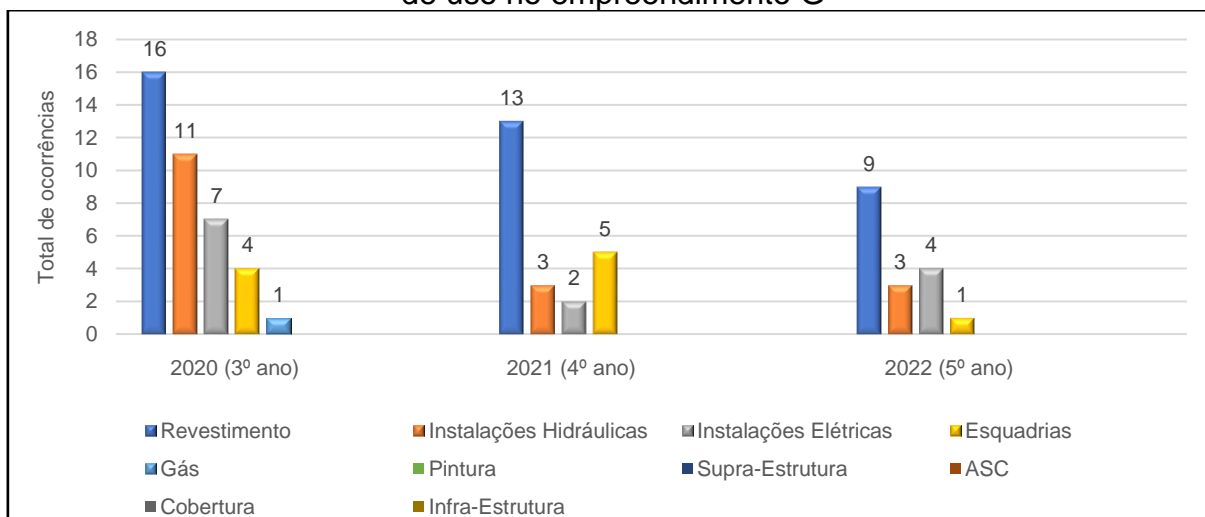
Figura 52 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 5 anos de uso no empreendimento G



Fonte: Autora (2022).

Por meio dos resultados apresentados, percebe-se que a porcentagem acumulada de 87% ultrapassou a linha de corte de 80% da regra de Pareto, ficando evidente a necessidade de maior cautela na verificação dos três primeiros sistemas, pois os números foram muito significativos em relação aos demais. A Figura 53 exibe os quantitativos das ocorrências registradas do terceiro ao quinto de uso do empreendimento G, sendo o único período com dados registrados pela empresa.

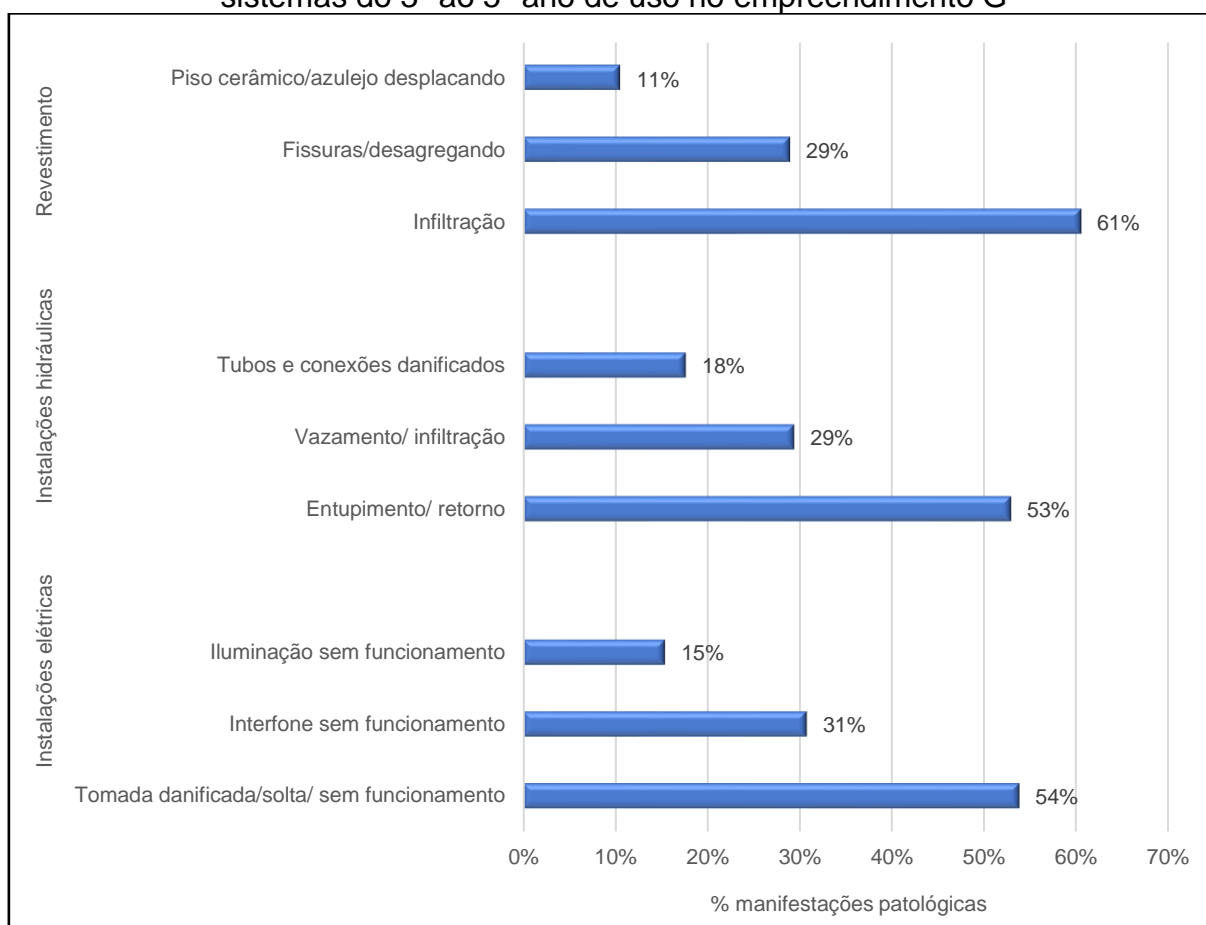
Figura 53 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento G



Fonte: Autora (2022).

Através dos resultados constata-se que, do terceiro ao quinto ano de uso, houve-se apenas 79 ocorrências, representando 9% do valor total de problemas registrados ao longo dos 5 anos de uso, ficando evidente que os primeiros 2 anos de uso foram os que apresentaram o maior volume de ocorrências. Nota-se que o sistema de revestimento diminuiu suas incidências ao longo dos três últimos anos, assim como instalações hidráulicas e gás. O sistema de instalações elétricas reduziu seus números do terceiro para o quarto ano, porém voltou a aumentar no quinto ano de uso. O sistema de esquadrias demonstrou um aumento do terceiro para o quarto ano, porém reduziu seus números no último ano. A Figura 54 exibe os problemas patológicos com maiores relevâncias dentro dos três sistemas com mais registros, e seus percentuais de incidências do terceiro ao quinto ano de uso do empreendimento G.

Figura 54 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 3º ao 5º ano de uso no empreendimento G



Fonte: Autora (2022).

Segundo Nour (2003), a maioria dos problemas são identificados logo nos primeiros anos de uso do empreendimento, podendo apresentar manifestações patológicas oriundas de falhas na concepção do projeto, execução ou baixa qualidade dos materiais utilizados. Essa afirmativa validou os resultados obtidos através do empreendimento G, uma vez que 91% dos registros de chamados foram abertos nos primeiros 2 anos de uso do empreendimento. A seguir, são exibidos os maiores problemas registrados dentro dos três principais sistemas do empreendimento G, entre o terceiro e quinto ano de uso, sendo eles:

**a) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** problemas relacionados com infiltrações (61%), fissuras e desagregações (29%) e piso cerâmico/azulejo deslocando (11%).

**b) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** entupimento/retorno de ralos (53%), vazamentos e infiltrações (29%) e tubos/conexões danificadas (18%).

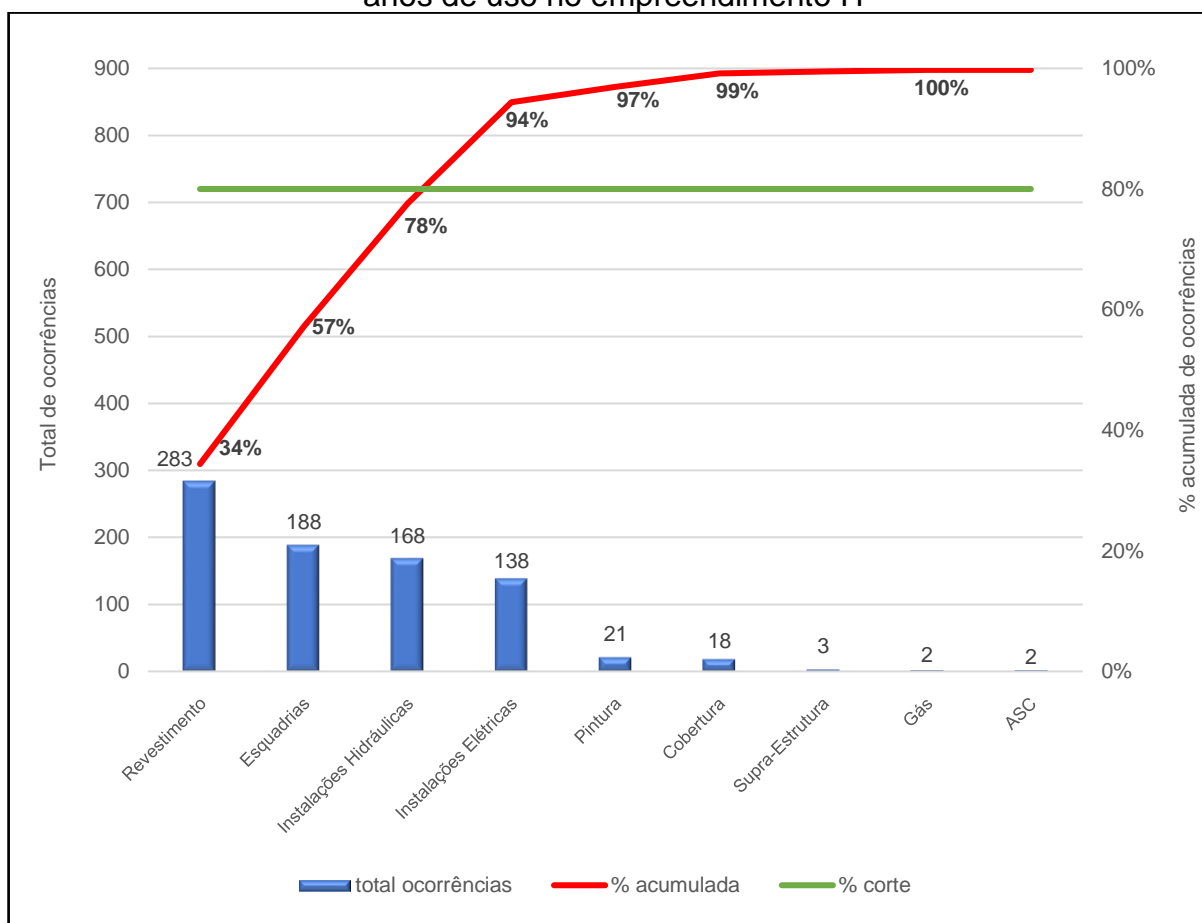
**c) Grupo de manifestação patológica – Instalações elétricas:** tomadas danificadas/sem funcionamento (54%), interfone sem funcionamento (31%) e iluminação sem funcionamento (15%).

#### 4.1.2.4 Região Nordeste

Na análise dos dados coletados do setor de pós-obra do Empreendimento H, foram registrados um total de 823 ocorrências de manifestações patológicas ao longo dos 4 anos de uso das unidades habitacionais. Conforme Figura 55, pode-se observar os serviços e seus percentuais de registros de chamados, sendo os mais significativos: revestimento argamassado com 34%, esquadrias com 23% e instalações hidráulicas com 21% de ocorrência registradas.



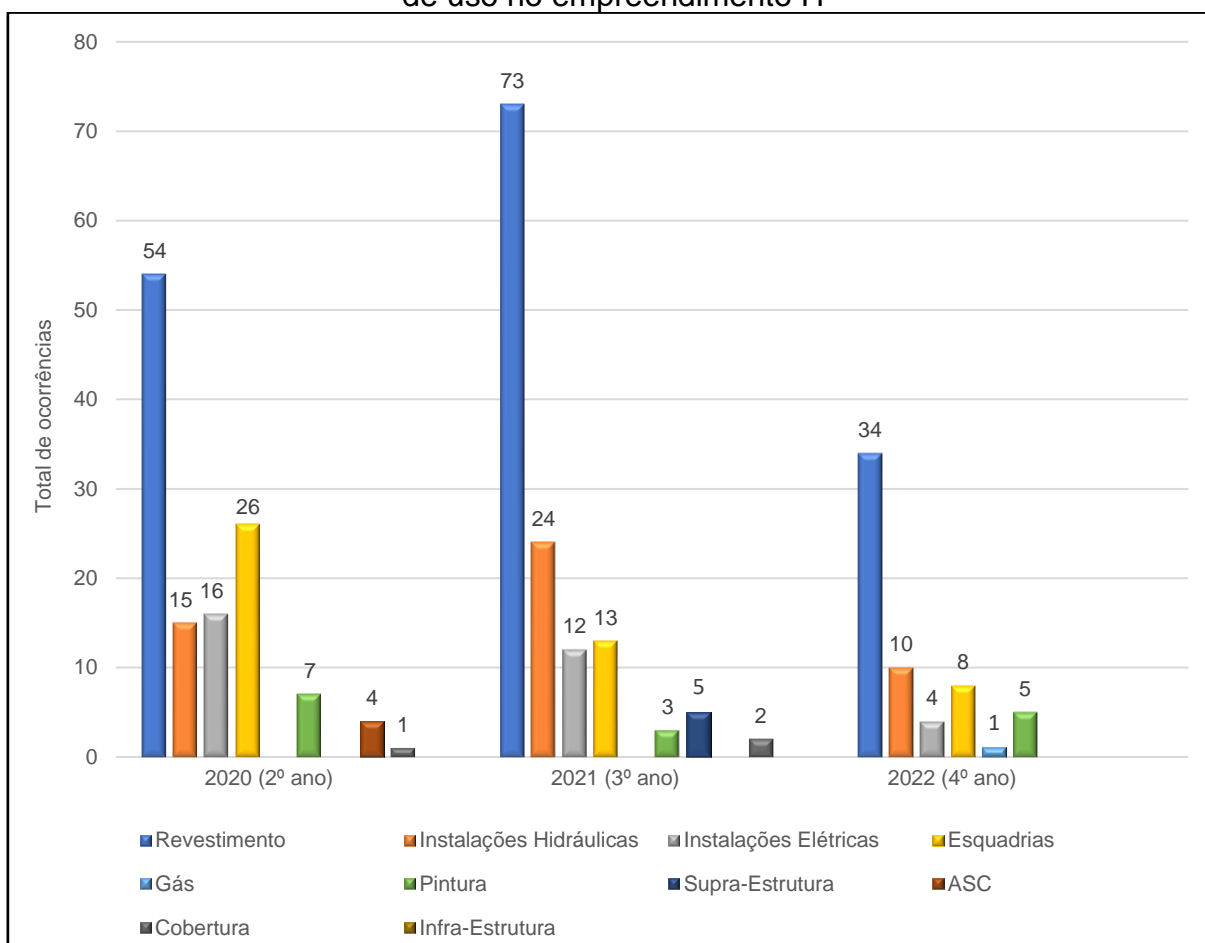
Figura 55 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas no período de 4 anos de uso no empreendimento H



Fonte: Autora (2022).

A partir dos valores encontrados, pode-se perceber que a porcentagem acumulada dos três principais sistemas (revestimento, esquadrias e instalações hidráulicas) resultou em 78%, ainda se mantendo abaixo da linha de corte de 80% dos problemas. Através da Figura 56 é possível analisar os quantitativos das ocorrências registradas em cada sistema, do segundo ao quarto ano de uso do empreendimento H. Lembrando que a falta dos dados do primeiro ano de uso do empreendimento é consequência da ausência de dados registrados por parte da empresa.

Figura 56 - Comparativo das ocorrências de chamados por sistemas do 2º ao 4º ano de uso no empreendimento H

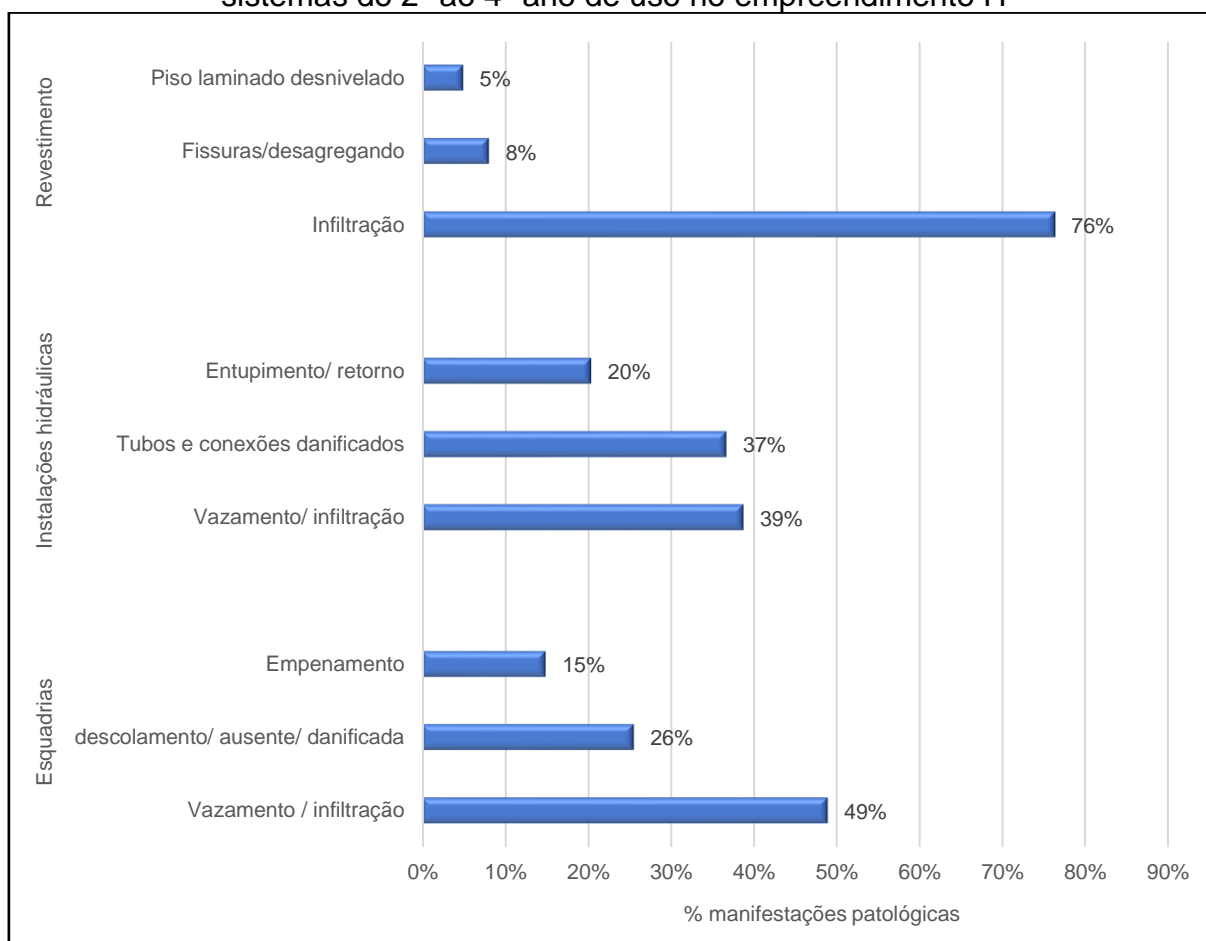


Fonte: Autora (2022).

Nota-se que, do segundo ao quarto ano de uso, foram registradas 317 ocorrências, representando em torno de 39% do número total dos 4 anos de uso. Fica evidente que os sistemas de revestimento e instalações hidráulicas tiveram um aumento do segundo para o terceiro ano, porém reduziram no quarto ano de uso. Os sistemas de instalações elétricas e esquadrias também tiveram uma redução nas suas ocorrências ao longo dos anos.

A Figura 57 mostra os problemas patológicos mais apontados dentro dos três sistemas mais relevantes, e seus percentuais de incidências do segundo ao quarto ano de uso do empreendimento H. Os sistemas analisados serão revestimento, instalações hidráulicas e esquadrias pelos seus números expressivos de ocorrências mostrados anteriormente.

Figura 57 – Principais problemas registrados de manifestações patológicas por sistemas do 2º ao 4º ano de uso no empreendimento H



Fonte: Autora (2022).

Conforme os resultados apresentados, percebe-se a quão expressiva é a porcentagem referente aos problemas com infiltrações no empreendimento H, sendo 76% dos problemas relacionados ao sistema de revestimento. Nota-se também que, a infiltração também é significativa no sistema de esquadrias com 49% dos chamados registrados.

Pina (2013) afirma que, apesar da infiltração ser uma anomalia comum nos empreendimentos é a que apresenta o maior grau de risco, pois ela pode afetar diretamente a estabilidade e o desempenho da edificação. Segundo Conceição (2007), o vazamento de tubulações hidráulicas é uma das principais causas de infiltrações dentro dos empreendimentos, resultado da falta de verificação durante a execução das instalações hidráulicas.

Consolidando ainda mais a afirmação de Conceição (2007), no sistema de instalações hidráulicas do empreendimento H, o maior número de registros foi em relação aos vazamentos e infiltrações, representando 39% dos chamados. A seguir,

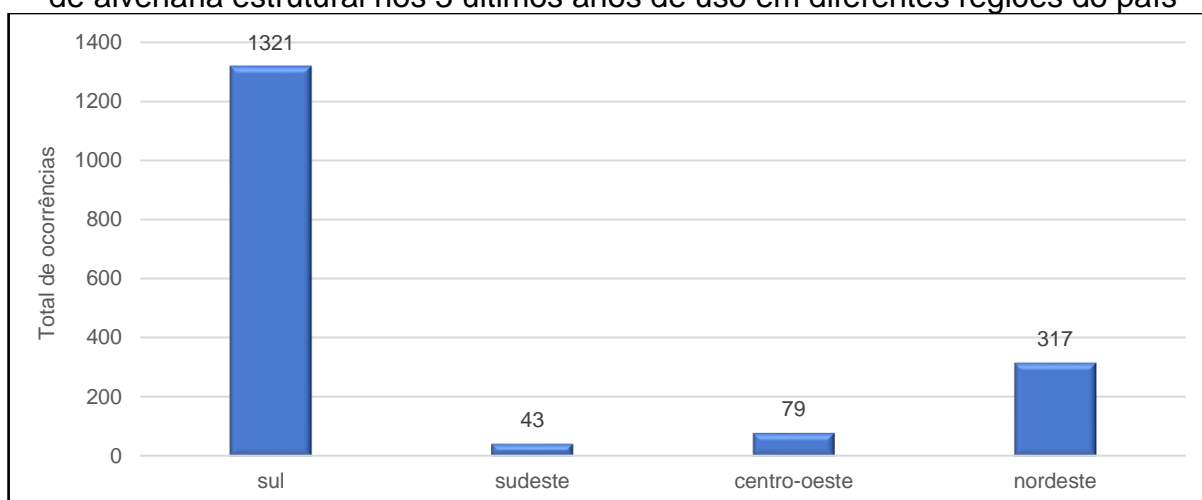
são exibidos os maiores problemas registrados dentro dos três principais sistemas do empreendimento H, entre o segundo e quarto ano de uso, sendo eles:

- a) Grupo de manifestação patológica – Revestimento:** problemas relacionados com infiltrações (76%), fissuras e desagregações (8%) e piso laminado desnivelado (5%).
- b) Grupo de manifestação patológica – Instalações hidráulicas:** vazamentos e infiltrações (39%), tubos/conexões danificadas (37%) e entupimento/retorno de ralos (20%).
- c) Grupo de manifestação patológica – Esquadrias:** vazamento/ infiltrações nas janelas (49%), esquadrias com descolamentos/ausentes/danificadas (26%) e empenamento (15%).

#### 4.1.2.5 Comparação entre regiões

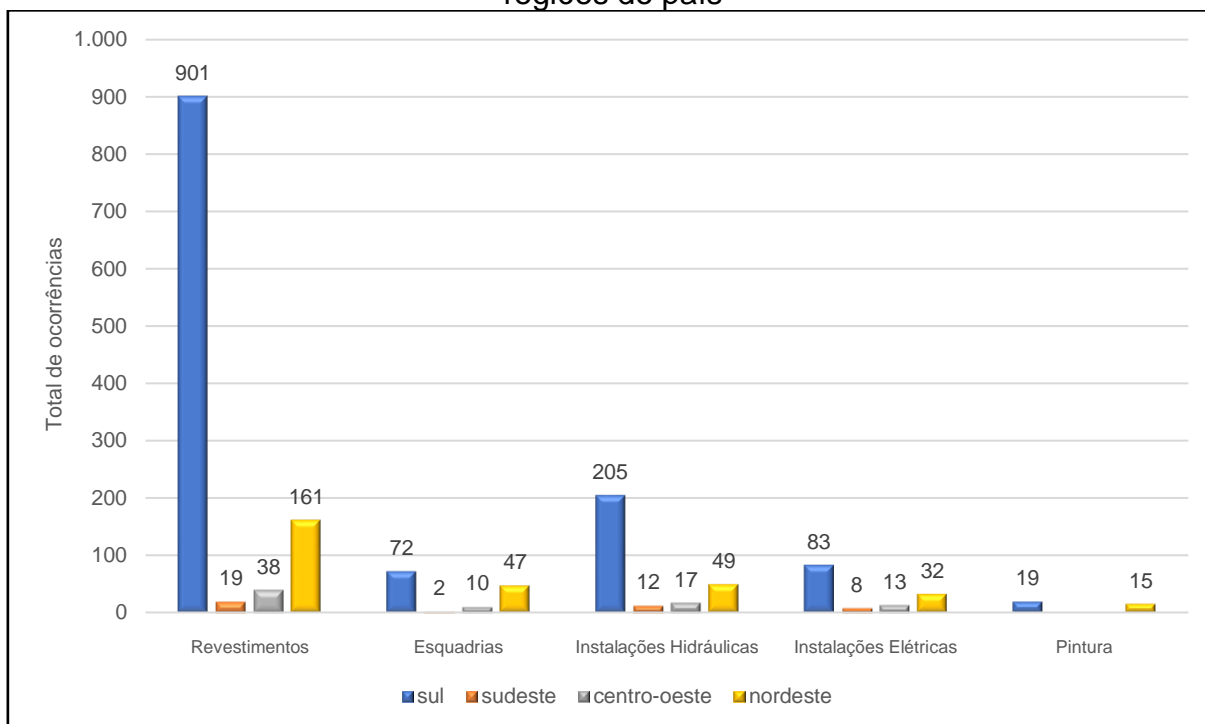
As Figuras 58 e 59 apresentam o comparativo global de ocorrências em empreendimentos de alvenaria estrutural nos três últimos anos de uso, e os cinco sistemas que mais tiveram ocorrências registradas no mesmo período, respectivamente. Os resultados apresentados das ocorrências globais e por grupo de sistemas foram compilados com o objetivo de comparar os dados obtidos.

Figura 58 - Comparativo global de ocorrências de chamados entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Figura 59 - Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

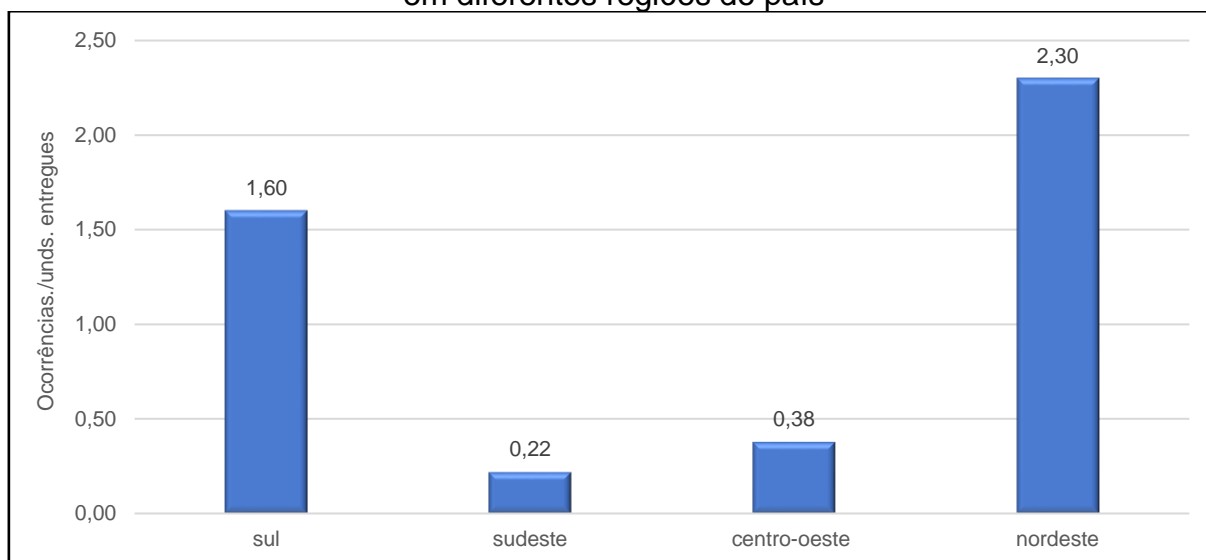
Verifica-se que ocorreu um maior número de chamados na região sul, seguido da região nordeste, posterior centro-oeste e sudeste. Ao longo dos três últimos anos de uso, o empreendimento E localizado na região sul do país, registrou os maiores números totais de ocorrências nos sistemas de revestimentos, esquadrias, instalações hidráulicas, instalações elétricas e pintura.

O empreendimento H, localizado na região nordeste do país, apresentou o segundo maior número de ocorrência de chamados nos sistemas de revestimento, esquadrias, instalações hidráulicas, instalações elétricas e pintura. Em seguida se apresenta o empreendimento G localizado na região centro-oeste, e o empreendimento F localizado na região sudeste, respectivamente.

Cabe ressaltar que os empreendimentos em questão possuem tamanhos distintos, com número de unidades distintas. Por esse motivo, as Figuras 60 e 61 buscam equalizar os problemas por unidades entregues de cada empreendimento, apresentando os comparativos globais de ocorrências registradas em cada empreendimento durante os três últimos anos de uso, e os cinco sistemas que mais tiveram ocorrências registradas por unidades entregues no mesmo período, respectivamente. A planilha completa contendo os quantitativos de ocorrências dos

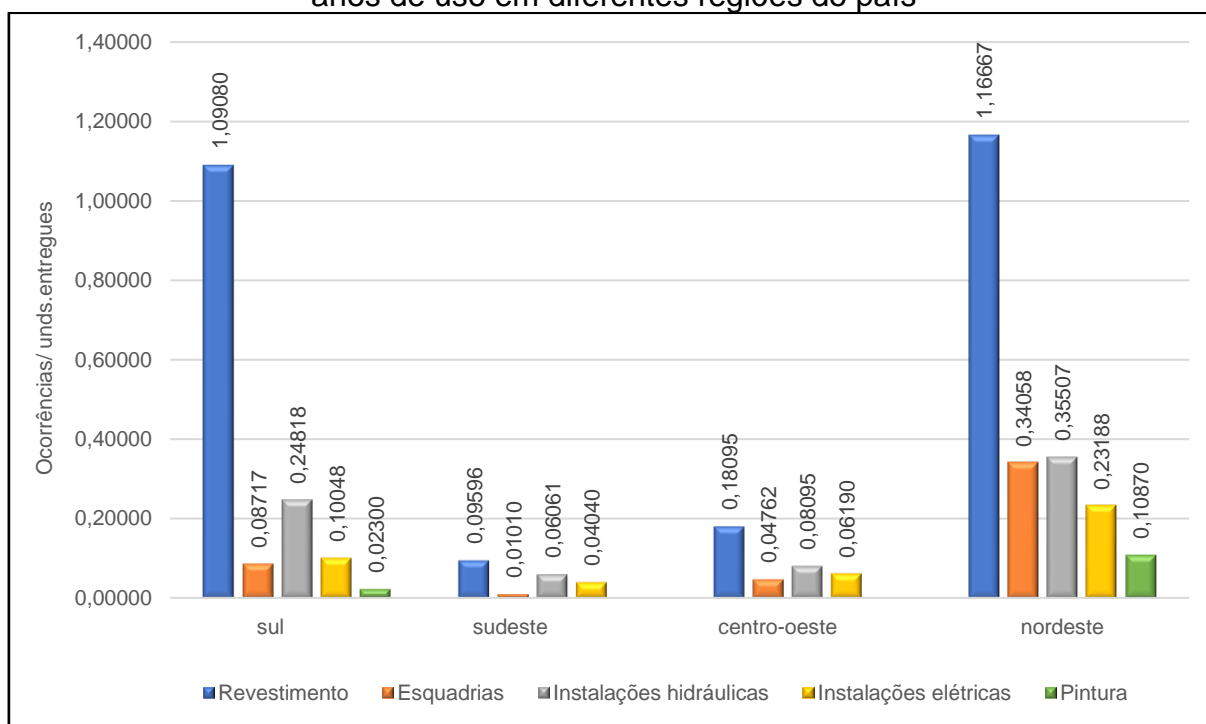
sistemas analisados em cada um dos quatro empreendimentos de alvenaria estrutural, suas respectivas porcentagens, e os resultados de ocorrências por unidades entregues estão apresentados no Apêndice C.

Figura 60 – Comparativo global de ocorrências de chamados por unidades entregues entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Figura 61 - Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por unidades entregues entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Analisando os resultados expostos anteriormente, nota-se que o empreendimento H, localizado na região nordeste, apresenta a maior soma de problemas registrados por unidades entregues. O empreendimento conta com 140 unidades, sendo 4 blocos, um bloco com 5 pavimentos, contendo 4 apartamentos por andar e os outros três blocos com 5 pavimentos, contendo 8 apartamentos por andar. Das 140 unidades totais do empreendimento, 138 unidades já foram entregues, registrando ao todo 317 problemas no setor de pós-obra durante os três últimos anos de uso, resultando em 2,30 problemas solicitados por unidades entregues.

O empreendimento E, localizado na região sul do país, sendo o maior empreendimento em alvenaria estrutural utilizado no estudo, apresentou o segundo maior resultado em problemas registrados por unidades entregues. São 832 unidades na sua totalidade, sendo formado por 8 torres, sendo quatro com 11 pavimentos, contendo 10 apartamentos por andar, duas torres com 11 pavimentos, contendo 8 apartamentos por andar, uma torre com 12 pavimentos, integrando 8 apartamentos por andar, e a última com 12 pavimentos, contendo 10 apartamentos por andar. De sua totalidade de unidades construídas, foram entregues 826 apartamentos, resultando ao longo dos últimos três anos de uso 1321 registros no setor de pós-obra, em decorrência desses números foram calculados 1,60 problemas por unidades entregues no período analisado.

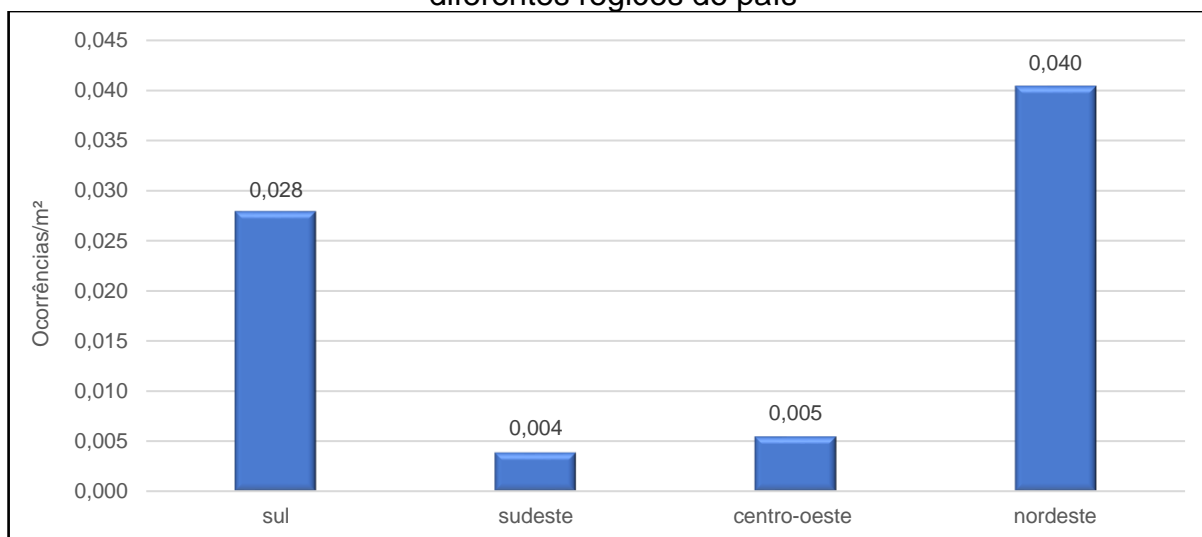
O empreendimento G, localizado no centro-oeste do país, apresentou o terceiro maior resultado em problemas registrados por unidades entregues. São 210 unidades totais, sendo formado por 2 torres, uma torre constituída por 11 pavimentos, contendo 10 apartamentos por andar e outra com 10 pavimentos, contendo 10 apartamentos por andar. Foram entregues todas as unidades do empreendimento, sendo registradas 79 ocorrências, somando um total de 0,38 problemas por unidades entregues.

Por último, o empreendimento F, localizado na região sudeste, apresentou o menor resultado em problemas registrados por unidades entregues. O empreendimento conta com 200 unidades, sendo composto por 5 blocos, cada bloco contendo 5 pavimentos com 8 apartamentos por andar. Foram entregues 198 unidades, tendo 43 problemas registrados nos três últimos anos, somando um total de 0,22 problemas registrados por unidades entregues.

A Figura 62 apresenta o comparativo global das ocorrências por metro quadrado para cada um dos empreendimentos em alvenaria estrutural, sendo

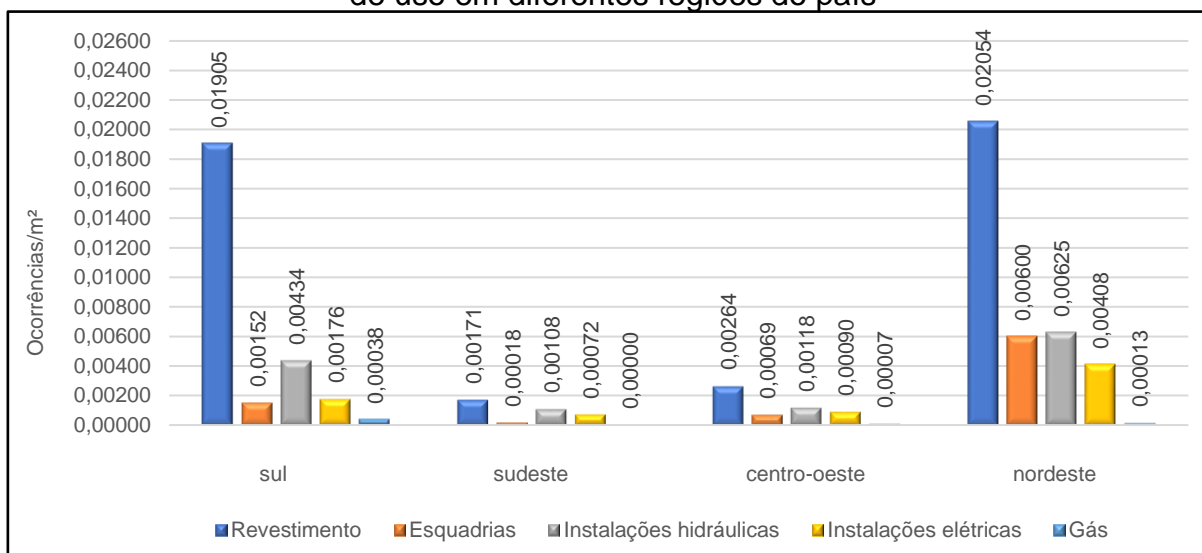
calculado através do total de chamados de cada sistema pela área total construída dos empreendimentos em questão. A Figura 63 retrata os cinco sistemas que mais reuniram ocorrências registradas por metro quadrado, respectivamente. A planilha na íntegra contendo os quantitativos de ocorrências dos sistemas analisados em cada um dos quatro empreendimentos de alvenaria estrutural, suas respectivas porcentagens, e os resultados de ocorrências por metro quadrado estão apresentados no Apêndice D.

Figura 62 – Comparativo global de ocorrências de chamados por metro quadrado entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).

Figura 63 – Comparativo das principais ocorrências de chamados por sistemas por metro quadrado entre empreendimentos de alvenaria estrutural nos 3 últimos anos de uso em diferentes regiões do país



Fonte: Autora (2022).



Através dos resultados obtidos, identificou-se que as maiores incidências de problemas por metro quadrado ocorrem em quatro sistemas, sendo eles revestimento, esquadrias, instalações hidráulicas e instalações elétricas. Confrontando os resultados do sistema de revestimento, o empreendimento H apresentou o maior número de ocorrências por metro quadrado em relação aos demais empreendimentos, sendo suas três principais manifestações patológicas: infiltrações (76%), fissuras ou desagregações (8%) e piso laminado desnivelado (5%). Porém, levando em consideração somente o número total de registros, o empreendimento E foi o que registrou o maior número de ocorrências no sistema de revestimento nos três últimos anos de uso.

Para o sistema de esquadrias, verificou-se que o empreendimento H ultrapassou os demais empreendimentos com registros por metro quadrado, sendo as três principais manifestações patológicas: vazamentos e infiltrações (49%), esquadrias com descolamentos, danificadas ou ausentes (26%) e empenamentos (15%). Contudo, o empreendimento E registrou o maior número total de ocorrências no sistema de esquadrias durante o mesmo período.

No sistema de instalações hidráulicas, o empreendimento H se destacou em relação aos demais em registros por metro quadrado, sendo suas três maiores ocorrências de problemas: vazamentos e infiltrações (39%), peças hidráulicas danificadas (37%) e entupimentos e retornos (20%). Porém, o empreendimento E se destacou no número de registros totais nos três últimos anos de uso em relação ao sistema de instalações hidráulicas.

Para o sistema de instalações elétricas, os registros de ocorrências por metros quadrado do empreendimento H se acentuaram em relação aos demais empreendimentos, evidenciando como seus três principais problemas: tomadas danificadas, soltas e sem funcionamento (28%), iluminação sem funcionamento (28%) e interruptor danificado (16%). Entretanto, o empreendimento E foi destaque em relação aos registros totais de ocorrências no sistema de instalações elétricas nos três últimos anos de uso.

Ao comparar os empreendimentos em alvenaria estrutural, nota-se que ocorreu um padrão nos registros de ocorrências, sendo os mesmos apresentados em diferentes empreendimentos e regiões do país. A ordem dos sistemas que mais tiveram ocorrências foi mesma para o empreendimento E, F e G, sendo em primeiro lugar o sistema de revestimento, em segundo o sistema de instalações hidráulicas e

por último instalações elétricas. O empreendimento H apresentou os maiores números de registros no sistema de revestimento, seguido do sistema de instalações hidráulicas, porém seu terceiro sistema com mais registros foi esquadrias, mudando o padrão dos demais empreendimentos.

Assim como os empreendimentos em concreto armado utilizados no estudo, os empreendimentos em alvenaria estrutural também apresentaram como seus principais problemas nos sistemas de revestimentos, esquadrias, instalações elétricas e instalações hidráulicas fatores vinculados a falhas durante a execução dos serviços, falhas envolvendo armazenamento e utilização de materiais para execução. O resultado se assemelha aos de Oliveira (2013), que afirma em seus estudos que problemas relacionados a manifestações patológicas que surgem nos empreendimentos durante sua vida útil, tem origem na concepção.

Villanueva (2015) ressalta a importância da realização de manutenções nos empreendimentos, a fim de garantir uma vida útil satisfatória. Porém, para se obter uma melhor eficiência no plano de manutenções é preciso um sistema de gestão capacitado e ativo, com uma programação de todos os serviços que devem ser realizados e o intervalo de tempo de cada manutenção.

## 4.2 CUSTOS CONCRETO ARMADO X ALVENARIA ESTRUTURAL

Este tópico apresenta os impactos financeiros no pós-obra nos diferentes empreendimentos de alvenaria estrutural e de concreto armado utilizados no estudo, por meio dos valores coletados através do banco de dados da empresa. Foram verificados os gastos anuais referentes ao pós-obra dos oito empreendimentos escolhidos em diferentes regiões do país, e posteriormente feito a comparação de custos entre os sistemas construtivos.

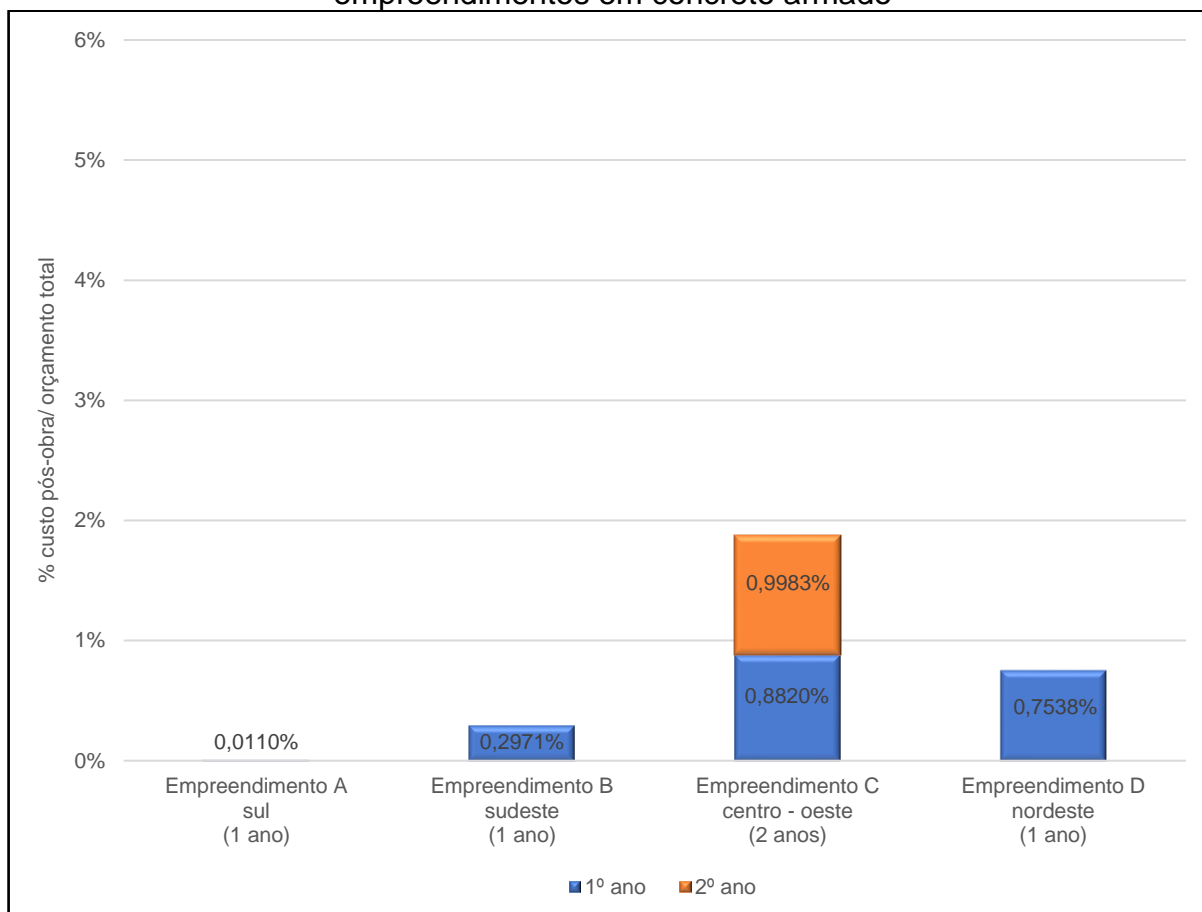
### 4.2.1 Concreto Armado

Para avaliar os impactos financeiros gerados pelo pós-obra nos empreendimentos de concreto armado, foram realizadas as comparações das despesas no pós-obra aos custos previstos no orçamento final de cada empreendimento. Esta análise apresenta os custos efetuados até o presente

momento, sendo possível avaliar quais empreendimentos tiveram as maiores despesas em relação ao seu orçamento total.

A Figura 64 exibe o percentual dos gastos gerados com pós-obra nos quatro empreendimentos de concreto armado, localizados em diferentes regiões do país. Foram relacionados o gasto total com o pós-obra com o valor estimado em cada orçamento dos empreendimentos em estudo. Importante lembrar que os empreendimentos em concreto armado têm entre 1 a 2 anos de uso, assim deve-se levar em consideração que ainda podem apresentar gastos futuros em pós-obra, os quais entram no prazo de garantia de 5 anos fornecido pela construtora.

Figura 64 – Custo global no pós-obra em relação ao orçamento total de empreendimentos em concreto armado



Fonte: Autora (2022).

Ao analisar os resultados obtidos dos quatro empreendimentos em concreto armado, é possível observar que os custos em pós-obra ainda se mantêm irrelevantes no primeiro ano de uso, pois os empreendimentos não atingiram nem 1% de custos gerados em reparos. O empreendimento A obteve o menor resultado no primeiro ano,

seguido do empreendimento B, D e C, respectivamente. O empreendimento C é o único que apresenta 2 anos de uso, assim pode-se observar que do primeiro para o segundo ano houve-se um aumento de aproximadamente 13% dos custos em pós-obra.

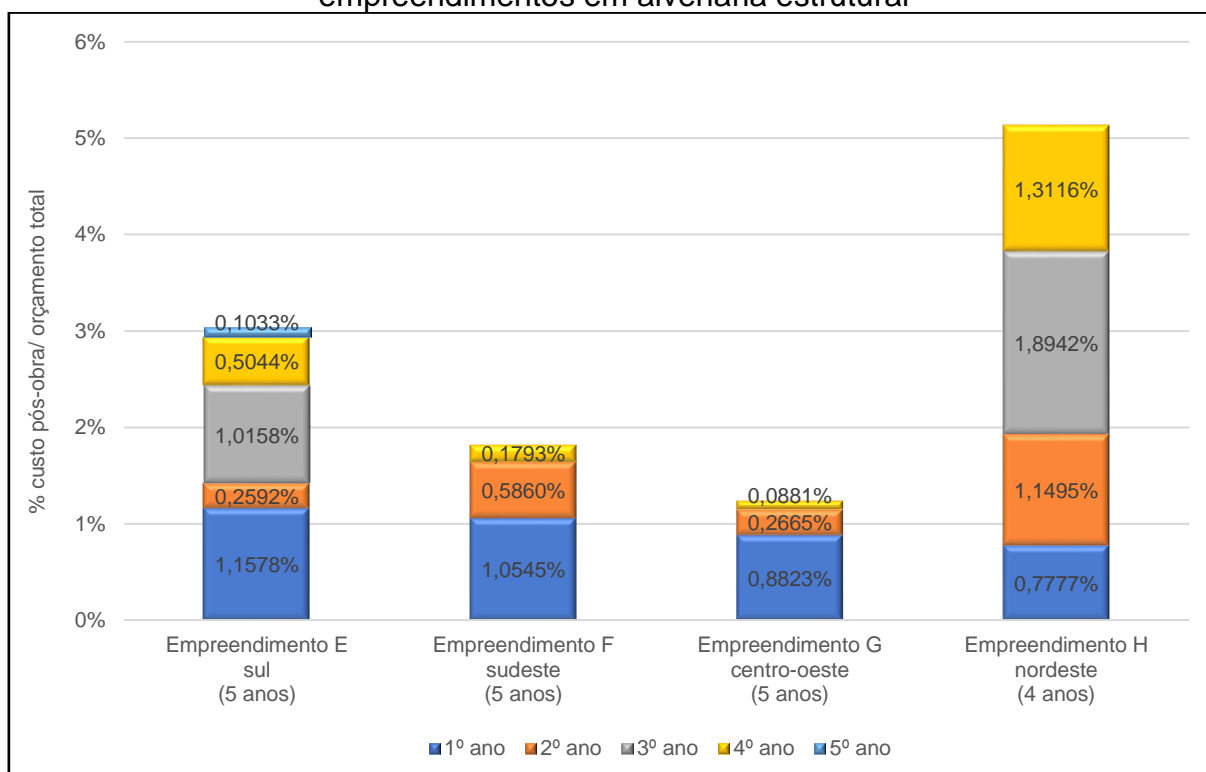
Segundo Bazzan (2019), existem dificuldades para estimar os custos gerados com reparos de assistência técnica, pois há mais de um tipo de problema para se consertar dentro de uma única unidade habitacional. Outro ponto que também apresenta dificuldades de controle quando se aborda o assunto de custo de pós-obra é a quantificação dos materiais utilizados, pois muitas vezes se realiza a compra de um determinado material para um único reparo, mas o mesmo material acaba sendo utilizado para outro trabalho, dificultando o controle de custos de cada ocorrência. Existem também as despesas adicionais, como reembolso e deslocamento, as quais devem ser consideradas no controle de custos de pós-obra.

#### **4.2.2 Alvenaria Estrutural**

Com o objetivo de analisar os impactos financeiros gerados pelo pós-obra nos empreendimentos de alvenaria estrutural, foram realizadas as comparações das despesas no pós-obra aos custos previstos no orçamento final de cada empreendimento. Esta avaliação apresenta os custos efetuados até o presente momento, sendo possível avaliar quais empreendimentos tiveram as maiores despesas em relação ao seu orçamento total.

A Figura 65 mostra o percentual dos gastos gerados com pós-obra nos quatro empreendimentos de alvenaria estrutural, localizados em diferentes regiões do país. Foram relacionados o gasto total com o pós-obra com o valor estimado em cada orçamento dos empreendimentos em estudo. Em relação ao prazo de garantia de 5 anos fornecido pela construtora, o único empreendimento em alvenaria estrutural que ainda pode fazer uso desse direito é o empreendimento H que apresenta somente 4 anos de uso.

Figura 65 – Custo global no pós-obra em relação ao orçamento total de empreendimentos em alvenaria estrutural



Fonte: Autora (2022).

Ao analisar os resultados dos quatro empreendimentos em alvenaria estrutural, é possível observar que cada empreendimento se comporta de forma única. Os empreendimentos H e G obtiveram o menor resultado no primeiro ano, seguidos dos empreendimentos F e E.

No segundo ano, os empreendimentos E, G e F apresentaram reduções de aproximadamente 78%, 70% e 44% em relação ao primeiro ano de uso, respectivamente. Já o empreendimento H apresentou um aumento de 47,8%.

Em relação aos custos do terceiro ano de uso, somente se obteve registros dos empreendimentos E e H, pois a empresa não disponibilizou os custos dos demais por falta de controle de registros durante esse período. Em relação aos dados obtidos, pode-se observar que o empreendimento E apresentou um acréscimo de quase 4 vezes mais do que o ano anterior, e o empreendimento H um aumento de 64,8% em relação ao segundo ano de uso.

No quarto ano de uso percebe-se que todos os empreendimentos sofreram redução nas porcentagens de custos em pós-obra. O empreendimento E apresentou uma redução do terceiro para o quarto ano de aproximadamente 50,3%, e o empreendimento H reduziu aproximadamente 30,7% em relação ao mesmo período.

Como o empreendimento F e G não disponibilizam as porcentagens referentes ao terceiro ano de uso, a comparação será feita do quarto ano de uso em relação ao segundo ano, assim o empreendimento F teve redução de 69,4%, enquanto o empreendimento G reduziu em 66,9% seus custos em pós-obra.

Por último, os resultados relacionados ao quinto ano de uso, o qual se tinha dados somente do empreendimento E, pois a empresa não disponibilizou os dados referentes aos empreendimentos F e G, por falta de controle dos custos de pós-obra. O empreendimento E apresentou novamente redução nos gastos em reparos, com 79,5% a menos do quarto para o quinto ano. Já o empreendimento H por ter somente 4 anos de uso, não disponibiliza dados referente ao quinto ano.

Pode-se perceber que mesmo fazendo uso do mesmo método construtivo, os empreendimentos se comportam de maneiras diferentes no que se refere as porcentagens de custos em pós-obra. Segundo Cremonini (1988) existem certas dificuldades em prever ou padronizar os custos no pós-obra, mesmo fazendo uso da mesma tipologia construtiva. Pois, a variação de custo está relacionada a diversos pontos ao longo do processo os quais dependem de decisões pessoais dos responsáveis técnicos.

#### **4.2.3 Concreto Armado x Alvenaria Estrutural**

Fazendo o comparativo entre sistemas construtivos, pode-se notar que os empreendimentos em alvenaria estrutural, localizados na região sul e sudeste, no 1º ano de uso, apresentaram resultados superiores a 1% referentes aos custos de pós-obra em relação ao orçamento total, enquanto os empreendimentos de concreto armado, no 1º ano de uso, em relação as mesmas regiões, apresentaram resultados inferiores a 0,3%. Em contrapartida, os empreendimentos localizados na região centro-oeste e nordeste, apresentaram resultados semelhantes entre sistemas construtivos no 1º ano de uso.

Mesmo que os empreendimentos demostrem porcentagens anuais em pós-obra que variam de 1% a 2%, valores que no primeiro momento parecem insignificantes, se acumulando aos demais empreendimentos da empresa e aos 5 anos de garantia, podem resultar em valores significativos. De acordo com Souza e Abiko (1997), para se obter redução de custos na fase de pós-obra, é necessário um acervo de relatórios periódicos para retroalimentação das diversas áreas da empresa,

como setor de projetos, suprimentos e engenharia. Assim, é possível que medidas preventivas e corretivas sejam tomadas de maneira eficaz e ágil, podendo trazer resultados significativos nas reduções de custos de pós-obras em empreendimentos futuros.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo avaliar se empreendimentos que utilizam diferentes métodos construtivos apresentam similaridade na ocorrência de manifestações patológicas no pós-obra em regiões distintas do país. Ao avaliar os grupos de sistemas e suas principais manifestações patológicas, pode-se observar que os problemas com maiores periodicidades apareceram de maneira semelhante nos empreendimentos, mesmo sendo métodos construtivos diferentes e localizados em diferentes regiões do país. Quanto aos custos dos dois métodos construtivos, não ocorreram padrões de comportamento nas porcentagens dos períodos analisados em relação aos gastos gerados no pós-obra em referência ao orçamento total. De forma discriminada, pode-se concluir:

- Com relação a identificação das três principais manifestações patológicas que ocorrem nos empreendimentos de concreto armado e alvenaria estrutural em diferentes regiões do país:

Ao avaliar os empreendimentos de concreto armado, pode-se observar que na região sul, os sistemas com maiores números de ocorrências foram revestimento, esquadrias e instalações hidráulicas. As três principais manifestações patológicas são infiltrações nos revestimentos e esquadrias, e vazamentos nas peças hidráulicas. Nas regiões sudeste, centro-oeste e nordeste os sistemas com maiores números de ocorrências foram revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas. As três principais manifestações patológicas registradas foram infiltrações nos revestimentos (sudeste e nordeste) e fissuras (centro-oeste), vazamentos nas peças hidráulicas (sudeste e nordeste), entupimento/retorno nos ralos (centro-oeste), por fim peças elétricas danificadas ou sem funcionamento (todas regiões).

Ao analisar os empreendimentos em alvenaria estrutural, pode-se verificar que nas regiões sul, sudeste e centro-oeste os sistemas com maiores números de ocorrências foram revestimento, instalações hidráulicas e instalações elétricas. As três principais manifestações patológicas são infiltrações nos revestimentos (todas regiões), entupimento/retorno nos ralos (sul e centro-oeste), tubos/conexões danificados (sudeste), por fim peças elétricas danificadas ou sem funcionamento (todas as regiões). Na região nordeste, os sistemas com maiores números de



ocorrências foram revestimento, esquadrias e instalações hidráulicas. As três principais manifestações patológicas registradas foram infiltrações nos revestimentos e esquadrias, e vazamento nas peças hidráulicas.

- Com relação a identificação das origens das manifestações patológicas apresentadas nas diferentes edificações:

Percebe-se que as manifestações patológicas apresentadas nas diferentes regiões são, em sua grande maioria, oriundas da execução inadequada dos serviços por parte dos colaboradores, seguido de utilização incorreta ou falta de qualidade nos materiais.

- Com relação as verificações se as diferentes regiões do país influenciam nas incidências de diferentes manifestações patológicas no pós-obra:

Com a análise dos dados de diferentes regiões e comparando os resultados entre os métodos construtivos, percebe-se que somente a região centro-oeste apresentou diferenças de manifestações patológicas no sistema de revestimento. No empreendimento de concreto armado ocorreu incidência de fissuras, enquanto no empreendimento de alvenaria estrutural houve maior incidência de infiltrações, sendo uma possível influência da região ao qual estão localizados os empreendimentos.

- Com relação a utilização dos dois diferentes métodos construtivos apresentam manifestações patológicas semelhantes no pós-obra estando na mesma região do país:

De acordo com o comparativo de resultados entre os métodos construtivos localizados numa mesma região do país, é possível afirmar que manifestações patológicas oriundas de execução inadequada dos serviços ou por influência do uso de materiais se assemelham em diferentes métodos construtivos, demonstrando uma falta de preocupação com a qualidade da edificação.

- Com relação aos custos do pós-obra de cada sistema construtivo em referência ao orçamento total dos empreendimentos:

É possível verificar a inexistência de padrão de gastos nos dois métodos construtivos dentro dos períodos avaliados nesta pesquisa. Porém, é necessário levar em consideração que existem variados tipos de problemas e complexidades, as quais

impactam diretamente nos custos de pós-obra dos empreendimentos fazendo com que aumentem as porcentagens em determinados períodos. Outro fator a se levar em consideração é que alguns empreendimentos possuem idades diferentes, como por exemplo, o empreendimento C que tem 2 anos, diferentemente dos outros empreendimentos que fazem uso do mesmo método construtivo que apresentam somente 1 ano de uso. O mesmo ocorre com o empreendimento H que tem 4 anos de uso, enquanto os demais empreendimentos em alvenaria estrutural apresentam 5 anos de uso. Outro ponto a se levantar é a falta de dados em determinados períodos nos empreendimentos em alvenaria estrutural, a falta de controle nos registros de gastos gera um impacto financeiro, pois podem apresentar dados imprecisos nos custos em pós-obra.

Por fim, é possível identificar que a empresa não apresenta controle detalhado tanto das manifestações patológicas quanto dos custos relacionados ao pós-obra dos empreendimentos mais antigos, sendo em sua maioria de alvenaria estrutural, os quais apresentam de 4 a 5 anos de uso. Pois foram os empreendimentos que manifestaram maiores dificuldades na obtenção dos dados, com falhas de registros entre períodos. Por isso, devem-se encontrar soluções para atender essas deficiências no setor de pós-obra, visto que são empreendimentos que ainda fazem uso da garantia fornecida pela empresa, e para se obter melhoria contínua dos processos envolvidos, a fim de se alcançar excelência nos empreendimentos futuros.

No que diz respeito as falhas construtivas, conclui-se que existe uma repetição nas incidências apresentadas, ou seja, ocorre um padrão nos erros cometidos durante os procedimentos de execução de serviço no canteiro de obras, os quais devem-se buscar a causa raiz dos problemas e propor melhorias desde os setores de projetos até a engenharia responsável pela produção e acompanhamento dos serviços. Outro ponto importante é procurar manter as inspeções de forma rotineira, treinamentos dos colaboradores em dia, realizações e controle de ensaios, compras de materiais com certificação e qualidade garantida, assim irá assegurar que os processos apresentem menos falhas fornecendo segurança e qualidade tanto para os colaboradores quanto para os clientes, além de proporcionar reduções nos custos relativos aos reparos em pós-obra.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Ao final deste estudo foi possível identificar possíveis parâmetros a serem estudados em trabalhos futuros:

- Apresentar como é realizada as verificações dos procedimentos de execução de serviços no canteiro de obras, e como são realizadas as auditorias internas e os parâmetros utilizados para conferência.
- Avaliar no decorrer dos 5 anos de uso os resultados das pesquisas de avaliação realizadas pelos clientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931:** Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15270-1:** Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2021.

\_\_\_\_\_. **NBR 16055:** Parede de concreto moldada no local para a construção de edificação – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Manual da Construção Industrializada. Conceitos e Etapas. Volume 1: estrutura e vedação.** Brasília, DF: ABDI, 2015.

ALMEIDA, D. F. **Patologia, terapia e profilaxia nas edificações de concreto – parte 2.** Qualidade na Construção. São Paulo, 1999.

ALLUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações.** In: Tecnologia de Edificações. São Paulo: Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1988. (Coletânea de trabalhos da divisão de Edificações do IPT).

ANDRADE, C. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras.** São Paulo: Pini, 1992.

ANGELO, Ana Margarida Vieira. **Análise das patologias das estruturas em concreto armado do estádio magalhães pinto – mineirão.** 2004. 439 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2004.

ARALDI, Evandro. **Reforço de pilares por encamisamento de concreto armado: Eficiência de métodos de cálculo da capacidade resistente comparativamente a resultados experimentais.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

ARÊAS, Pedro Assunção. **Paredes de concreto: Normatização do Processo Construtivo.** Belo Horizonte, disponível em Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi, PUC Minas, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Parede de concreto - Coletânea de ativos 2008/2009.** São Paulo, 2008.

BAUER, Elton. **Resistência à penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos-uma análise de desempenho.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 188 f, 1987.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2008.

BAZZAN, J. **Método para Coletar e Analisar Dados de Assistência Técnica da Construção Civil**. Dissertação do Mestrado em Engenharia Civil - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019.

BERNARDES, C.; ARKIE, A.; FALCÃO, C. M.; KNUDSEN, F.; VANOSSI, G.; BERNARDES, M.; YAOKITI, T. U. **Qualidade e custo das não conformidades em obras de construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldemar. **Concreto armado eu te amo**. 10. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

BRAGUIM, Thales Couto. **Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local**. 2013. 227 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

BRANDÃO, R. M. de L. **Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos da idade, executadas no estado de Goiás**. Dissertação de mestrado – Curso Engenharia Civil. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2007.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CARMO, P. I. O. **Gerenciamento de edificações: proposta de metodologia para o estabelecimento de um sistema de manutenção de estruturas de concreto armado**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2000.

CASTRO, E. R. C.; BONIFACIO, D. S. **Manifestações patológicas em um edifício**. Ensaio para avaliação de estruturas: Reabilitação, reforço, durabilidade e manifestações patológicas na construção, p. 206, 2020.

CONCEIÇÃO, Alessandro Pucci da. **Estudo da incidência de falhas visando a melhoria da qualidade dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Dissertação (Mestrado) Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2007.

CREMONINI, R. A. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988.

DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. 1988. 238 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1988.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenaria: causas principais medidas preventivas e técnicas de recuperação**. Boletim Técnico nº25 - CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia, Porto Alegre, 1998.

FACHIM, Odilia. **Fundamentos de Metodologia**. 4. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2005.

FERREIRA, Murillo Batista. **Estudo da carbonatação natural de concretos com diferentes adições minerais após 10 anos de exposição**. 2013. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2013.

FERREIRA, F. M. C. **Modelo para gestão de manutenção predial em Universidades Públicas: Caso das IFES Mineiras**. Escola de Minas da UFOP. Ouro Preto – MG, 2017. Disponível em: <[https://www.propec.ufop.br/uploads/propec\\_2016/teses/arquivos/tese-franciele-ferreira-2017.pdf](https://www.propec.ufop.br/uploads/propec_2016/teses/arquivos/tese-franciele-ferreira-2017.pdf)>. Acesso em: 04 out. 2022.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do concreto estrutural: tópicos aplicados**. 1. ed. São Paulo, SP: PINI, 2008.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do Concreto Estrutural**. 2ª edição. ed. São Paulo, SP: PINI, 2012.

FUSCO, Péricles Brasiliense; ONISHI, Minoru. **Introdução à engenharia de estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1991.

GUIMARÃES, Leonardo Eustáquio. **Avaliação comparativa de grau de deterioração de edificações – estudo de caso: prédios pertencentes à Universidade Federal de Goiás**. 2003. 265 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2003.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo, SP: Pini, 1992.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). General Principles on the Design of Structures for Durability. **ISO 13823**. Genebra: ISO/TC, 2008.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

LOBO, P. L. N. **Responsabilidade do fornecedor por vício do produto ou do serviço**. Revista de Direito do Consumidor – Editora Revista dos Tribunais, São Paulo. 2003.

MARCELLI, Maurício. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. 1. ed. São Paulo, SP: PINI, 2007.

MAGALHÃES, Ernani Freitas. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidência no estado do Rio Grande do Sul**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. Como construir paredes de concreto. **Téchne**, v. 17, n. 147, p. 74-80, jun. 2009.

MOHAMAD, Gihad; RIZZATTI, Eduardo. **Introdução à alvenaria estrutural**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2013.

MOHAMAD, Gihad; RIZZATTI, Eduardo. **Propriedades e Componentes da Alvenaria Estrutural**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2013.

MOHAMAD, Gihad. **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho**. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.

NOUR, A. N. **Manutenção de edifícios diretrizes para elaboração de um sistema de manutenção de edifícios comerciais residenciais**. São Paulo, 2003.

NUNES, Valmiro Quefren Gameleira. **Análise estrutural de edifícios de paredes de concreto armado**. 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, Daniel F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil**. Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, Francielly Dianeira de; MELO, Nayane Ferreira de; FILHO, Marcio Alves de Oliveira; SILVA, Juliano Rodrigues da. **Principais Patologias Em Edifícios De Alvenaria**. REVISTA MIRANTE, Anápolis (GO), v. 9, n. 2, dez. 2016.

PIANCA, João Baptista. **Manual do Construtor**. 15. ed. Porto Alegre, RS: Globo, 1978.

PIANCASTELLI, Elvio Mosci. **Patologia e terapia das estruturas: origem das enfermidades**. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2005.

PINA, G. L. – **Patologia nas habitações populares**. Rio de Janeiro, 2013.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso básico de concreto armado: conforme NBR 6118/2014**. 1. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2015.

RAMALHO, Marcio. A.; CORRÊA, Márcio. R. S. **Projetos de edifícios de alvenaria estrutural**. 1. ed. São Paulo, SP: Pini, 2003.

RODRIGUES, Aretusa Oliveira. **Metodologia para identificação de manifestações patológicas baseada em estudo de caso na cidade de pelotas/RS, aplicada ao desenvolvimento de banco de dados**. 2016. 119 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2016.

SABBATINI, Fernando Henrique. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia**. 1989. 334 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 1989.

SÁNCHEZ, Emil. **Nova normalização brasileira para a alvenaria estrutural**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2013.

SANTOS, Danilo Gonçalves dos. **Estudo da vida útil e degradação de fachadas em argamassa a partir da inspeção de edifícios**. 2018. 122 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília. Brasília, 2018.

SANTOS, D. da S. **Ferramentas possíveis para qualidade na construção civil**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 02, vol. 02. Disponível em <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/qualidade-na-construcao>>. Acesso em: 27 out. 2022.

SILVA, Wilson José da. **Estudo experimental de ligações entre paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos sujeitos a ações verticais**. 2003. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira, 2003.

SILVA, K. B. de A. **Das patologias em edificações na cidade de Campina Grande e da necessidade de legislação preventiva eficaz**. Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2010.

SIQUEIRA, Ailton Pessoa de. **Inspeção predial: check-up predial, guia da boa manutenção**. 2. ed. São Paulo: LEUD, 2009.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo, SP: Pini, 1998.

SOUZA, R; ABIKO, A. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. Boletim Técnico de Tese de Doutorado em Engenharia Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

STORTE, Marcos. Manifestações patológicas na impermeabilização de estruturas de concreto em saneamento. **Fórum da construção**, São Paulo, nov. 2011. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>. Acesso em: 22 mai. 2022.



TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria estrutural: metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, normas e ensaios**. 1. ed. São Paulo, SP: Pini, 2010.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifício: causas, prevenção e recuperação**. 1. ed. São Paulo, SP: Pini, 1989.

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. – **Inspección, diagnóstico y pronóstico em la construcción civil**. Mérida, México: 2013.

VASCONCELOS, M. C. da S. **Manifestações patológicas nas edificações durante a pós-ocupação: Estudo de caso – Análise das ocorrências registradas no setor de assistência técnica**. Revista de Iniciação Científica CIPPUS. Canoas, v. 8, n. 2, 2021. ISSN 2238-9032. Disponível em: <<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/6340>>. Acesso em: 04 de out. 2022.

VERÇOZA, E. J. **Patologias das edificações**. Editora Sagra. Porto Alegre, 1991.

VILLANUEVA, M. M. **A importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. Rio de Janeiro, 2015.

ZANONI, Vanda Alice Garcia. **Influência dos agentes climáticos no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília**. 2015. 313f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

**APÊNDICE A – PLANILHA NA ÍNTEGRA CONTENDO O COMPARATIVO GLOBAL DE OCORRÊNCIAS DE CHAMADOS POR UNIDADES ENTREGUES ENTRE EMPREENDIMENTOS DE CONCRETO ARMADO DURANTE O 1º ANO DE USO EM DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS**

	Empreendimento A (1º ano)			Empreendimento B (1º ano)			Empreendimento C (1º ano)			Empreendimento D (1º ano)		
Grupo	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues
Revestimento	167	39,39%	0,58596	232	26,76%	0,53456	67	39,41%	0,72826	345	31,71%	1,02679
Esquadrias	96	22,64%	0,33684	153	17,65%	0,35253	29	17,06%	0,31522	198	18,20%	0,58929
Instalações hidráulicas	76	17,92%	0,26667	233	26,87%	0,53687	38	22,35%	0,41304	305	28,03%	0,90774
Instalações elétricas	48	11,32%	0,16842	180	20,76%	0,41475	28	16,47%	0,30435	203	18,66%	0,60417
Gás	28	6,60%	0,09825	49	5,65%	0,11290	0	0,00%	0,00000	9	0,83%	0,02679
Pintura	6	1,42%	0,02105	4	0,46%	0,00922	5	2,94%	0,05435	19	1,75%	0,05655
Supra-estrutura	2	0,47%	0,00702	5	0,58%	0,01152	3	1,76%	0,03261	6	0,55%	0,01786
Cobertura	1	0,24%	0,00351	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000
ASC	0	0,00%	0,00000	10	1,15%	0,02304	0	0,00%	0,00000	3	0,28%	0,00893
Infra-estrutura	0	0,00%	0,00000	1	0,12%	0,00230	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000
<b>TOTAL</b>	<b>424</b>	<b>100,00%</b>	<b>1,48772</b>	<b>867</b>	<b>100,00%</b>	<b>1,99770</b>	<b>170</b>	<b>100,00%</b>	<b>1,84783</b>	<b>1088</b>	<b>100,00%</b>	<b>3,23810</b>

**APÊNDICE B – PLANILHA NA ÍNTEGRA CONTENDO O COMPARATIVO GLOBAL DE OCORRÊNCIAS DE CHAMADOS POR METRO QUADRADO ENTRE EMPREENDIMENTOS DE CONCRETO ARMADO DURANTE O 1º ANO DE USO EM DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS**

	Empreendimento A (1º ano)			Empreendimento B (1º ano)			Empreendimento C (1º ano)			Empreendimento D (1º ano)		
Grupo	Qtd.	%	ocorrências/m²	Qtd.	%	ocorrências/m²	Qtd.	%	ocorrências/m²	Qtd.	%	ocorrências/m²
Revestimento	167	39,39%	0,02361	232	26,76%	0,01045	67	39,41%	0,01030	345	31,71%	0,02064
Esquadrias	96	22,64%	0,01357	153	17,65%	0,00689	29	17,06%	0,00446	198	18,20%	0,01184
Instalações hidráulicas	76	17,92%	0,01074	233	26,87%	0,01050	38	22,35%	0,00584	305	28,03%	0,01825
Instalações elétricas	48	11,32%	0,00679	180	20,76%	0,00811	28	16,47%	0,00431	203	18,66%	0,01214
Gás	28	6,60%	0,00396	49	5,65%	0,00221	0	0,00%	-	9	0,83%	0,00054
Pintura	6	1,42%	0,00085	4	0,46%	0,00018	5	2,94%	0,00077	19	1,75%	0,00114
Supra-estrutura	2	0,47%	0,00028	5	0,58%	0,00023	3	1,76%	0,00046	6	0,55%	0,00036
Cobertura	1	0,24%	0,00014	0	0,00%	-	0	0,00%	-	0	0,00%	-
ASC	0	0,00%	-	10	1,15%	0,00045	0	0,00%	-	3	0,28%	0,00018
Infra-estrutura	0	0,00%	-	1	0,12%	0,00005	0	0,00%	-	0	0,00%	-
<b>TOTAL</b>	<b>424</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,05995</b>	<b>867</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,03906</b>	<b>170</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,02615</b>	<b>1088</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,06509</b>

**APÊNDICE C – PLANILHA NA ÍNTEGRA CONTENDO O COMPARATIVO GLOBAL DE OCORRÊNCIAS DE CHAMADOS POR UNIDADES ENTREGUES ENTRE EMPREENDIMENTOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL NOS 3 ÚLTIMOS ANOS DE USO EM DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS**

Grupo	Empreendimento E (3º ao 5º ano)			Empreendimento F (3º ao 5º ano)			Empreendimento G (3º ao 5º ano)			Empreendimento H (3º ao 5º ano)		
	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues	Qtd.	%	ocorrências/ unds. entregues
Revestimento	901	68,21%	1,09080	19	44,19%	0,09596	38	48,10%	0,18095	161	50,79%	1,16667
Esquadrias	72	5,45%	0,08717	2	4,65%	0,01010	10	12,66%	0,04762	47	14,83%	0,34058
Instalações hidráulicas	205	15,52%	0,24818	12	27,91%	0,06061	17	21,52%	0,08095	49	15,46%	0,35507
Instalações elétricas	83	6,28%	0,10048	8	18,60%	0,04040	13	16,46%	0,06190	32	10,09%	0,23188
Pintura	19	1,44%	0,02300	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	15	4,73%	0,10870
Supra-estrutura	23	1,74%	0,02785	2	4,65%	0,01010	0	0,00%	0,00000	5	1,58%	0,03623
Cobertura	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	3	0,95%	0,02174
ASC	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	4	1,26%	0,02899
Infra-estrutura	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000	0	0,00%	0,00000
<b>TOTAL</b>	<b>1321</b>	<b>100,00%</b>	<b>1,59927</b>	<b>43</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,21717</b>	<b>79</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,37619</b>	<b>317</b>	<b>100,00%</b>	<b>2,29710</b>

**APÊNDICE D – PLANILHA NA ÍNTEGRA CONTENDO O COMPARATIVO GLOBAL DE OCORRÊNCIAS DE CHAMADOS POR METRO QUADRADO ENTRE EMPREENDIMENTOS DE ALVENARIA ESTRUTURAL NOS 3 ÚLTIMOS ANOS DE USO EM DIFERENTES REGIÕES DO PAÍS**

Grupo	Empreendimento E (3º ao 5º ano)			Empreendimento F (3º ao 5º ano)			Empreendimento G (3º ao 5º ano)			Empreendimento H (3º ao 5º ano)		
	Qtd.	%	ocorrências/m²	Qtd.	%	ocorrências/m²	Qtd.	%	ocorrências/m²	Qtd.	%	ocorrências/m²
Revestimento	901	68,21%	0,01905	19	44,19%	0,00171	38	48,10%	0,00264	161	50,79%	0,02054
Esquadrias	72	5,45%	0,00152	2	4,65%	0,00018	10	12,66%	0,00069	47	14,83%	0,00600
Instalações hidráulicas	205	15,52%	0,00434	12	27,91%	0,00108	17	21,52%	0,00118	49	15,46%	0,00625
Instalações elétricas	83	6,28%	0,00176	8	18,60%	0,00072	13	16,46%	0,00090	32	10,09%	0,00408
Gás	18	1,36%	0,00038	0	0,00%	-	1	1,27%	0,00007	1	0,32%	0,00013
Pintura	19	1,44%	0,00040	0	0,00%	-	0	0,00%	-	15	4,73%	0,00191
Supra-estrutura	23	1,74%	0,00049	2	4,65%	0,00018	0	0,00%	-	5	1,58%	0,00064
Cobertura	0	0,00%	-	0	0,00%	-	0	0,00%	-	3	0,95%	0,00038
ASC	0	0,00%	-	0	0,00%	-	0	0,00%	-	4	1,26%	0,00051
Infra-estrutura	0	0,00%	-	0	0,00%	-	0	0,00%	-	0	0,00%	-
<b>TOTAL</b>	<b>1321</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,02794</b>	<b>43</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,00388</b>	<b>79</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,00549</b>	<b>317</b>	<b>100,00%</b>	<b>0,04044</b>