



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

CENTRO DE TECNOLOGIA

ENGENHARIA CIVIL



MARIA KYARA OMENA PEDROSA

**ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES POR MEIO
DOS MÉTODOS GUT e GDE**

Maceió

2023

MARIA KYARA OMENA PEDROSA

**ESTUDO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES POR MEIO
DOS MÉTODOS GUT e GDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Professora Dra. Karoline Alves de Melo Moraes.

Maceió

2023

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecária: Jorge Raimundo da Silva – CRB-4 –1528

P372e Pedrosa, Maria Kyara Omena.
Estudo de manifestações patológicas em edificações por meio dos métodos
GUT e GDE / Maria Kyara Omena Pedrosa. – 2023.
84 f.

Orientadora: Karoline Alves de Melo Moraes.
Graduação (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil) –
Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia / Ufal. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 81-82.

1. Patologia das construções. 2. GUT. 3. GDE. I. Título.

CDU: 624.012.45

AGRADECIMENTOS

Chegar nesse momento me enche o coração de alegria e me passa um filme na memória, foram cinco nos de muito aprendizado e evolução, e talvez por isso esse agradecimento se alongue um pouco rs.

Primeiramente, quero agradecer a Deus por ter me permitido chegar até aqui, se não fosse por Ele eu não teria conseguido. Em segundo lugar, quero agradecer a minha família, meus pais, minha irmã, meus avós, e todos os que tiveram uma participação para que esse sonho fosse possível. Obrigada por terem trilhado esse caminho comigo, vocês mais do que ninguém sabem que não foi fácil chegar até aqui, mas sem o apoio de vocês não seria possível. Eu amo vocês!

Deixo aqui meu agradecimento mais que especial a pessoa que iniciou essa jornada comigo, e que por muitas vezes foi a única que me entendia e me dava forças pra continuar, e seguir com tantas dificuldades. Além de me proporcionar um título, o curso de engenharia civil me apresentou o melhor companheiro pra dividir a vida comigo, obrigada meu amor por estarmos juntos, por todos os trabalhos, estudos, inúmeras questões, muitos áudios, os desabafos, por até me acompanhar nas matérias perdidas, nas eletivas, nas caronas, em tudo. Esse momento é nosso, eu te amo.

Quero agradecer também a EJEC- Empresa Junior de Engenharia Civil e Arquitetura, por ter sido a minha casa na UFAL, mesmo que durante a pandemia, se não fosse pela EJEC talvez eu nem estivesse aqui. Obrigada por ter me apresentado tantas coisas novas e diferentes, por ter me formado como pessoa e profissional, serei eternamente grata a tudo que vivi dentro dessa empresa maravilhosa. Obrigada a todos os membros e companheiros com quem pude trabalhar, e que contribuíram para o meu crescimento, de 2019 até 2023, vocês têm um lugar especial no meu coração.

Aos meus amigos, que dividiram comigo tantos momentos de alegria e dificuldades durante esses 5 anos. Aos amigos que iniciaram a jornada comigo, que dividiram tantas risadas, momentos bons e ruins, mesmo com as notas ruins e algumas reprovações, vocês foram minha família em Maceió, o motivo de eu não surtar, um ânimo pra ir pra faculdade, nossas idas ao RU foram as melhores, vocês são parte disso também. Aos amigos que fiz na EJEC, por terem dividido mais que metade dessa jornada comigo, e por terem me acompanhado e torcido por mim até hoje. Aos amigos que fiz no CAEC, por todos os momentos divertidos e especiais. Aos meus amigos da vida, por entenderem a jornada louca que foram esses 5 anos e ainda estarem comigo.

Quero agradecer também a minha professora orientadora, Karoline Alves, por ter tido tanta paciência comigo não só nesse processo, mas desde quando me orientou dentro da EJEC, ao menos metade desse trabalho é fruto do que a senhora me ensinou.

RESUMO

A patologia é uma ciência que tem sua relevância em diversos ramos, logo, o estudo de manifestações patológicas tem sua importância para a construção civil, visto que, preza-se por construções com uma vida útil prolongada e, principalmente, seguras. Em virtude de normas regulamentadoras e leis municipais, os laudos de inspeção de edificações vem tomando uma grande parte do mercado da construção civil. Para tanto, faz-se necessário ter metodologias norteadoras para uma boa análise, que é o caso dos métodos GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e GDE (Grau de Deterioração das Estruturas). Diante disso, esse trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso em edificações residenciais utilizando os métodos supracitados, comparando o resultado da classificação obtida para cada edificação em função do método de inspeção aplicado. Como resultado verificou-se que o método GUT cumpre sua função em trazer uma sequência de priorização para as manifestações. O método GDE, por sua vez, traz um passo a passo detalhado e requisitos bem estabelecidos para sua aplicação, se mostrando como um aliado na utilização do método GUT para trazer um resultado mais detalhado e seguro para análise de uma residência.

Palavras-chave: Patologia das construções; GUT; GDE

ABSTRACT

Pathology is a science that has its relevance in several branches, therefore, the study of pathological manifestations has its importance for civil construction, since, it is valued for constructions with a prolonged useful life and, mainly, safe ones. Due to regulatory norms and municipal laws, building inspection reports have been taking a large part of the civil construction market. Therefore, it is necessary to have guiding methodologies for a good analysis, which is the case of the GUT (Gravity, Urgency and Tendency) and GDE (Degree of Deterioration of Structures) methods. Therefore, this work aims to carry out a case study in residential buildings using the aforementioned methods, comparing the result of the classification obtained for each building according to the inspection method applied. As a result, it was verified that the GUT method fulfills its function in bringing a prioritization sequence to the manifestations. The GDE method, in turn, brings a detailed step-by-step and well-established requirements for its application, showing itself as an ally in the use of the GUT method to bring a more detailed and safer result for the analysis of a residence.

Keywords: Pathology of constructions; GUT; GDE

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico Fator de Intensidade X Grau do dano	25
Figura 2 - Atuação da umidade em uma edificação	29
Figura 3- Eflorescência em alvenaria	31
Figura 4- Fissuramento vertical de alvenaria provocado pela expansão dos tijolos por umidade	32
Figura 5 – Trincas horizontais em alvenaria provocadas pela expansão dos tijolos	32
Figura 6 – Viga isostática submetida à flexão	33
Figura 7 – Fissuração em viga subarmada.....	33
Figura 8 - Fissuras verticais causadas por sobrecarga.....	34
Figura 9- Fissuras horizontal causada por sobrecarga.....	34
Figura 10 - Fissuras inclinadas causadas por sobrecarga	34
Figura 11 - Mapa do estado de Alagoas com as cidades e os climas	37
Figura 12 – Croqui - Residência 1	38
Figura 13 - Distância da residência 2 até o litoral	38
Figura 14 - Croqui Pavimento Térreo - Residência 2.....	39
Figura 15 - Croqui Pavimento Superior - Residência 2.....	40
Figura 16 – Umidade ascendente na parede da sala	41
Figura 17 – Umidade ascendente na parede do corredor e quarto.....	41
Figura 18– Umidade na parede externa	42
Figura 19 – Eflorescência na parede.....	42
Figura 20 – Deslocamento do concreto dos pilares da garagem.....	44
Figura 21 - Fissuras nas paredes partindo da janela	45
Figura 22 – Fissuras horizontais nas paredes externas	45
Figura 23- Fissura na parede do muro	46
Figura 24 - Fissuras nos pilares da área externa.....	47
Figura 25 – Fissura vertical em alvenaria.....	48
Figura 26 - Fissuras sem configuração definida em alvenaria	48
Figura 27 - Descascamento de pintura	49
Figura 28 – Mancha de bolor em paredes externas – lado esquerdo e fachada frontal	49
Figura 29 – Mancha de bolor em parede externa - lado direito.....	50
Figura 30 - Fissura na laje e viga da garagem	51

Figura 31 - Fissura na parede da garagem.....	51
Figura 32 - Fissuras inclinadas nas paredes da sala.....	52
Figura 33 – Fissuras inclinadas nas paredes da sala de estar.....	53
Figura 34 – Fissura partindo do meio da esquadria - sala	53
Figura 35 - Fissura em parede	54
Figura 36 – Fissuras em vigas – área externa.....	55
Figura 37 – Fissuras verticais em pilares e vigas – área externa.....	55
Figura 38 – Fissuras horizontais em vigas – área externa	56
Figura 39 – Fissura horizontais em paredes externas.....	57
Figura 40 – Fissura vertical em alvenaria.....	57
Figura 41 – Fissura em parede de balcão americano.....	57
Figura 42 - Manchas de umidade em parede	58
Figura 43 - Manchas de umidade em laje da garagem	59
Figura 44 - Manchas de umidade em pilares	59
Figura 45 - Manchas de umidade em viga.....	60
Figura 46 – Mancha de bolor no piso e parede da área externa	60
Figura 47 – Mancha de bolor em viga e pilar.....	61
Figura 48 - Descascamento de pintura da sala	62
Figura 49 - Descascamento de pintura	62
Figura 50- Descascamento de pintura – parede externa	62
Figura 51 - Desplacamento do concreto da laje	63
Figura 52 - Fissuras no encontro placa de concreto e alvenaria.....	64
Figura 53 - Fissura na parede	64
Figura 54 - Fissuras diagonais em paredes da área externa.....	65
Figura 55 – Fissuras inclinadas na varanda.....	66
Figura 56 – Fissura no teto - sala.....	67
Figura 57 - Fissuras na parede – área externa	67
Figura 58 - Fissuras no pilar e parede - varanda.....	68
Figura 59 - Manchas de umidade por capilaridade.....	69
Figura 60 - Manchas de umidade por capilaridade.....	69
Figura 61 - Manchas de umidade no teto	69
Figura 62 - Manchas de umidade no teto	70
Figura 63 - Manchas de umidade no teto e parede	70
Figura 64 - Manchas de umidade no teto e parede	70

Figura 65 – Descolamento do revestimento cerâmico.....	71
Figura 66 – Relevância das manifestações patológicas pelo método GUT da residência 1	77
Figura 67- Relevância das manifestações patológicas pelo método GUT da residência 2 - térreo.....	78
Figura 68 - Relevância das manifestações patológicas pelo método GUT da residência 2 - superior	78
Figura 69 – Relação família X Gfd X Fr – Residência 1	79
Figura 70 Relação família X Gfd X Fr – Residência 2	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz GUT	20
Tabela 2 - Fator de ponderação do dano para pilar	22
Tabela 4 - Classificação de fissura, trinca e rachadura.....	31
Tabela 5 - Aplicação do método GUT para residência 1	72
Tabela 6 - Aplicação do método GUT para residência 2	73
Tabela 7 - Aplicação do GDE para pilar tipo 1	74
Tabela 8- Aplicação do GDE para pilar tipo 2	74
Tabela 9 - Aplicação do GDE para os blocos.....	75
Tabela 10 – Classificação do Grau do dano da estrutura	75
Tabela 11- Aplicação do GDE para vigas	75
Tabela 12- Aplicação do GDE para pilares	76
Tabela 13- Aplicação do GDE para lajes	76
Tabela 14- Aplicação do GDE para blocos	76
Tabela 15 - Classificação do Grau do dano da estrutura	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Fator de intensidade do dano.....	22
Quadro 2 - Tipos de danos e fator de intensidade	23
Quadro 3 - Fator de relevância estrutural	25
Quadro 4 - Classificação Gde.....	26

GLOSSÁRIO

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

GUT - Gravidade Urgência e Tendência

GDE - Grau de Deterioração da Estrutura

IBAPE - Instituto Brasileiro de Avaliação e Perícia

Fp – Fator de ponderação do dano

Fi – Fator de intensidade do ano

D – Grau do ano

Gdf – Grau de deterioração de uma família de elementos

Gde – Grau de deterioração de um elemento

Fr – fator de relevância estrutural da família de elementos

Gd – Grau de deterioração da estrutura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Justificativa	17
1.2 Objetivos	18
1.2.1 Objetivo Geral.....	18
1.2.2 Objetivos Específicos.....	18
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Manifestações patológicas.....	19
2.2 Nível de Inspeção Predial.....	19
2.3 Método GUT	20
2.3.1 Avaliação	20
2.4 Método GDE	21
2.4.1 Classificações das famílias	21
2.4.2 Fator de ponderação do dano (Fp).....	21
2.4.3 Fator de intensidade do dano (Fi)	22
2.4.3 Fator de relevância estrutural (Fr)	24
2.4.4 Grau do dano (D).....	25
2.4.5 Grau de deterioração de um elemento (Gde).....	26
2.4.7 Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf).....	26
2.4.8 Grau de deterioração da estrutura (Gd)	27
2.5 Aplicabilidade dos métodos	28
2.6 Anomalia e Falha Construtivas	28
2.7 Tipos de umidade nas edificações.....	29
2.8 Eflorescência	30
2.9 Fissuras	31
2.9.1 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas	32
2.9.2 Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas.....	32
2.9.3 Fissuras em alvenaria causadas por retração	34
3 MÉTODOS	35
3.1 Revisão Bibliográfica.....	35
3.2 Estudo de caso em duas edificações	35
3.3 Análise e aplicação dos métodos GUT e GDE.....	35
4 RESULTADOS	36
4.1 Caracterização das Residências	36

4.1.1	Residência 1.....	36
4.1.2	Residência 2.....	38
4.2	Análise das Manifestações patológicas – Residência 1.....	40
4.2.1	Umidade.....	40
4.2.2	Eflorescência	42
4.2.3	Deslocamento de concreto de cobertura e corrosão	43
4.2.4	Fissuras – 1.....	44
4.2.5	Fissuras – 2.....	45
4.2.6	Fissuras – 3.....	46
4.2.7	Fissuras – 4.....	47
4.2.8	Descascamento da pintura	48
4.2.9	Bolor.....	49
4.3	Análise das Manifestações patológicas – Residência 2	50
4.3.1	Pavimento Térreo	50
4.3.1.1	Fissuras - 1.....	50
4.3.1.2	Fissuras – 2.....	51
4.3.1.3	Fissuras – 3.....	53
4.3.1.4	Fissuras - 4.....	54
4.3.1.5	Fissuras – 5.....	56
4.3.1.6	Manchas – 1.....	57
4.3.1.7	Manchas – 2.....	58
4.3.1.8	Manchas – 3.....	59
4.3.1.9	Bolor.....	60
4.3.1.10	Descascamento de pintura	61
4.3.1.11	Corrosão e Deslocamento de Concreto.....	62
4.3.2	Pavimento Superior	63
4.3.2.1	Fissuras - 1.....	63
4.3.2.2	Fissuras – 2.....	64
4.3.2.3	Fissuras – 3.....	66
4.3.2.4	Fissuras – 4.....	67
4.3.2.5	Manchas.....	68
4.3.2.6	Descolamento de revestimento cerâmico.....	71
5	APLICAÇÃO DOS MÉTODOS GUT E GDE	72
5.1	Método GUT	72
5.2	Método GDE	74

5.3 Comparação entre os métodos GUT e GDE	77
6 CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA ANAMNESE.....	84
ANEXO A – FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO	85

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma indústria que tem uma crescente demanda no Brasil, os índices quantitativos de atividades e de empregados dessa indústria alcançaram o maior nível para o primeiro quadrimestre de 2022 em dez anos, segundo a Confederação Nacional da Indústria (NICACIO, 2022). Assim como o aumento desse setor, existe uma crescente preocupação com as manifestações patológicas que as edificações apresentam quando finalizadas suas execuções.

A palavra patologia é oriunda do grego *pathos* (sofrimento, doença) e *logia* (ciência, estudo). Sendo assim, a patologia é a ciência que estuda os mecanismos, as causas e a natureza das doenças. Tratando em si de patologia das construções, esta busca entender os defeitos incidentes nos elementos, componentes e materiais construtivos da edificação como um todo, além disso, diagnosticar as origens, caracterizar quanto à deflagração e evolução dos danos. Por sua vez, as manifestações patológicas podem ser definidas como problemas visíveis e observáveis, indicativos de falhas do comportamento normal (BOLINA *et al.*, 2019).

O processo de uma construção civil envolve em sua maioria quatro fases, sendo elas: concepção e viabilidade; detalhamento do projeto e planejamento; execução; finalização e manutenção (MATTOS, 2010). Diante disso, em cada fase existe abertura para a incidência de manifestações patológicas, como exemplo a falta de uma compatibilização de todos os projetos. Por outro lado, toda edificação possui uma vida útil, e esta é reduzida se não forem feitas ações de manutenção ao longo dos anos, sendo esse um fator alavancador na ocorrência de manifestações patológicas.

Para avaliar e inspecionar as construções civis faz-se necessário ter um bom conhecimento técnico sobre os métodos construtivos, os quais apresentam uma crescente variedade, como o *steel frame*, que tem aspectos construtivos bem divergentes do tradicional. Além disso, pode-se usar metodologias que facilitem a caracterização das manifestações patológicas e do grau de risco em que se encontram, de forma complementar, como exemplo tem-se os métodos GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), que é indicado segundo a Norma do IBAPE (IBAPE, 2012), e o GDE (Grau de Deterioração das Estruturas).

O método GUT consiste na priorização do que está sendo avaliado, nesse caso, aplicado às manifestações patológicas, ele deve caracterizá-las devido à sua gravidade, a urgência de fazer o reparo e a tendência daquilo piorar com o passar do tempo.

Outrora, o método GDE foi revisado por Castro (1994) no programa de Pós-Graduação em Estruturas da Universidade de Brasília. Tem como base a realização de inspeções periódicas em edificações com estruturas de concreto, com o foco voltado à verificação do desempenho

dos elementos estruturais nos seguintes aspectos: segurança, funcionalidade e estética (CASTRO, 1994).

1.1 Justificativa

No ano de 2012, no município de Maceió, foi sancionada a Lei 6.145 (MACEIÓ, 2012), que diz respeito à manutenção preventiva e periódica das edificações públicas e privadas do município. O Art. 4º, afirma que

É obrigatória a realização da manutenção nas edificações indicadas no Artigo 2º do presente diploma legal, com o objetivo de preservar ou recuperar as condições adequadas ao uso previsto para estas, evitando ou corrigindo a perda de desempenho decorrente da deterioração de seus componentes. (MACEIÓ, 2012)

Apesar de a lei não ser federal, já existem municípios que sancionaram leis similares em todas as regiões do país.

Sendo assim, no ano de 2020 foi criada e lançada pela ABNT a NBR 16747, que trata sobre Inspeção Predial. Até então não existia uma norma específica para o ramo de inspeção em si, sendo a norma do IBAPE, criada em 2012, o único parâmetro seguido pelos profissionais da engenharia nesse quesito. A edição dessa norma ressalta a importância e o crescimento da análise de manifestações patológicas para o ramo da construção civil, trazendo conceitos imprescindíveis para o ramo, tópicos a serem abordados em um laudo e outros detalhes.

Dessa forma, os laudos de inspeção vêm sendo cada vez mais solicitados no mercado da construção civil. Em concordância a esse destaque e valorização dos laudos, é notória a relevância de se ter métodos coerentes para direcionarem este documento. Diante disso, a própria norma do IBAPE (2012), indica que seja usado o método GUT para a análise de manifestações patológicas. Além dele, existem outros métodos na literatura para o mesmo ramo, como o utilizado neste trabalho, o método GDE.

A associação dos métodos analíticos em norma e na literatura, traz consigo a importância da priorização de ações corretivas mediante as diversas manifestações patológicas encontradas numa edificação. Tal fato confirma a necessidade e a relevância das avaliações periódicas nas edificações, em conformidade com metodologias que facilitem o gerenciamento dos reparos construtivos que serão realizados posteriormente.

1.2 Objetivos

Em cima do que foi trazido, é importante salientar o foco central deste trabalho, que será apresentado nesta seção, de maneira geral e específica, a seguir.

1.2.1 Objetivo Geral

Diante do contexto apresentado, tem-se como objetivo o estudo e análise da aplicação dos métodos GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) e GDE (Grau de Deterioração das Estruturas) em duas edificações.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Produzir um laudo de inspeção - com focos em manifestações patológicas estratégicas - acerca de cada uma das residências escolhidas;
- Obter uma análise comparativa entre os métodos GUT e GDE, de acordo com a avaliação realizada nas edificações escolhidas para esse trabalho;
- Demonstrar a relevância dos métodos para a análise de manifestações patológicas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Manifestações patológicas

A construção civil faz parte do meio social desde os primórdios da civilização. Isso faz com que a humanidade tenha um grande acervo científico sobre a área, promovendo um desenvolvimento contínuo em suas ramificações. Esse crescimento trouxe consigo uma inovação, que possibilita cada vez mais conhecimento sobre seus materiais, tipos de estruturas e modelos construtivos (BOLINA *et al.*, 2019).

Em paralelo a esse crescimento, as manifestações patológicas chamam a atenção no cenário atual da construção civil. Tendo em vista disso, em 2020 foi criada uma norma direcionada apenas a inspeções prediais. Segundo a própria NBR 16747 (ABNT, 2020), a manifestação patológica é a

ocorrência resultante de um mecanismo de degradação. Sinais ou sintomas decorrentes da existência de mecanismos ou processos de degradação de materiais, componentes ou sistemas, que contribuem ou atuam no sentido de reduzir seu desempenho. (ABNT, 2020)

Para tanto, o estudo de manifestações patológicas, por meio de laudos de inspeções prediais, é imprescindível para a garantia da vida útil das edificações.

2.2 Nível de Inspeção Predial

De acordo com IBAPE (2012), pode-se classificar a inspeção predial quanto à sua complexidade e elaboração de laudo, considerando as características técnicas da edificação, manutenção e operação existentes. Com isso, cada inspeção pode alcançar três diferentes tipos de níveis.

- **Nível 1** - Neste nível, a inspeção realizada tem baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação dos elementos e sistemas construtivos. Geralmente ocorre em edificações com planos de manutenção simples.
- **Nível 2** – No nível 2, tem-se uma média complexidade técnica, de manutenção e de operação dos elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos médios e com sistemas convencionais. Costuma-se ocorrer em edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção.

- **Nível 3** - Por fim, neste tem-se uma alta complexidade técnica, de manutenção e operação dos elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas sofisticados. Normalmente é empregada em edificações com vários pavimentos ou sistemas construtivos com automação. O trabalho poderá ser intitulado como de Auditoria Técnica.

2.3 Método GUT

O método GUT foi desenvolvido por Kepner e Tregoe na década de 80, a matriz surgiu através da necessidade de resoluções de problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas (KEPNER; TREGOE, 1981 *apud* RIBEIRO, 2022).

A matriz tem como objetivo principal auxiliar quem está gerindo a situação e possibilitar uma avaliação quantitativa dos problemas que estão sendo colocados em análise. Além disso, um fator determinante é a priorização dos fatores, facilitando então um direcionamento para as ações corretivas e preventivas para cada item avaliado (KEPNER; TREGOE, 1981 *apud* RIBEIRO, 2022).

2.3.1 Avaliação

Daychoum (2012) apresenta os parâmetros de avaliação da matriz. A própria é dividida em 3 categorias: Gravidade, Urgência e Tendência, e cada uma dessas possui cinco subcategorias, que variam de acordo com sua gravidade. Para cada uma delas é atribuída uma nota e, por fim, o resultado é multiplicado, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz GUT

Pontos	G -Gravidade	U - Urgência	T - Tendência	GxUxT
	Consequência se nada for feito	Prazo para de decisão	Proporção do problema no futuro	
5	Os prejuízos ou dificuldades são extremamente graves.	É necessária uma ação imediata.	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato.	$5*5*5=125$
4	Muito graves.	Com alguma urgência	Vai piorar em curto prazo.	$4*4*4=64$
3	Graves.	O mais cedo possível.	Vai piorar em médio prazo.	$3*3*3=27$
2	Pouco graves.	Pode esperar um pouco.	Vai piorar em longo prazo.	$2*2*2=8$
1	Sem gravidade.	Não tem pressa.	Não vai piorar ou pode até melhorar.	$1*1*1=1$

Fonte: Daychoum (2012)

2.4 Método GDE

O método GDE foi desenvolvido por Klein em 1991 e revisado por Castro (1994). Este tem por objetivo ter um método concreto para a análise de manifestações patológicas em elementos estruturais de qualquer tipo de edificação. O método traz parâmetros para embasar a classificação final daquele elemento estrutural em referência ao risco que ele apresenta para a edificação. A seguir, será detalhado todo o processo que os autores criaram (KLEIN, 1991 *apud* CASTRO, 1994).

2.4.1 Classificações das famílias

A priori, o método define uma lista de famílias, destacando que ele é voltado para estruturas, logo admite-se que essa classificação se baseia em estruturas de concreto armado (CASTRO, 1994). São elas: pilares; vigas; lajes; cortinas; escadas e rampas; reservatório superior e inferior; blocos; juntas de dilatação; elementos de composição arquitetônica.

2.4.2 Fator de ponderação do dano (Fp)

O fator de ponderação do dano tem como objetivo quantificar a relevância do dano para aquela construção, nos vieses estéticos, funcional e de segurança de uma família. São atribuídas notas de 1 a 10 para cada tipo de dano em relação à cada família (CASTRO, 1994). Está exemplificado, na Tabela 2, uma análise referente à família “pilar”. As demais famílias estão apresentadas no anexo A.

Tabela 2 - Fator de ponderação do dano para pilar

PILAR	
Danos	Fp
Desvio de geometria	8
Recalque	10
Infiltração na base	6
Segregação	6
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Sinais de esmagamento	10
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Fissuras	10
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10
Manchas	5

Fonte: Castro (1994)

2.4.3 Fator de intensidade do dano (*Fi*)

O fator de intensidade do dano tem o papel de analisar a intensidade da manifestação patológica em cada elemento, apresentado no Quadro 1 (CASTRO, 1994).

Quadro 1- Fator de intensidade do dano

Fi	Descrição
0	Sem lesões
1	Lesões leves.
2	Lesões toleráveis.
3	Lesões graves.
4	Estado crítico.

Fonte: Castro (1994)

Para uma clareza melhor, existe um quadro que associa o dano com o seu fator de intensidade, este foi desenvolvida por Castro (1994), apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Tipos de danos e fator de intensidade
(continua)

Tipos de Danos	Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação
segregação	1 - Superficial e pouco significativa em relação às dimensões da peça;
	2 - Significante em relação às dimensões da peça;
	3 - Profunda em relação às dimensões da peça, com ampla exposição da armadura;
	4 - Perda relevante da seção da peça.
eflorescência	1 - Início de manifestação;
	2 - Manchas de pequenas dimensões;
	3 - Manchas acentuadas, em grandes extensões.
Tipos de Danos	Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação
esfoliação	2 - Pequenas escamações do concreto;
	3 - Lascamento, de grandes proporções, com exposição da armadura;
	4 - Lascamento acentuado com perda relevante de seção.
desagregação	2 - Início de manifestação;
	3 - Manifestações leves;
	4 - Por perda acentuada de seção e esfrelamento do concreto;
cobrimento	1 - Menores que os previstos em norma sem, no entanto, permitir a localização da armadura;
	2 - Menor do que o previsto em norma, permitindo a localização da armadura ou armadura exposta em pequenas extensões;
	3 - Deficiente com armaduras expostas em extensões significativas.
manchas de corrosão/ corrosão da armadura	2 - Manifestações leves;
	3 - Grandes manchas e/ou fissuras de corrosão;
	4 - Corrosão acentuada na armadura principal, com perda relevante de seção.
flechas	1 - Não perceptíveis a olho nu;
	2 - Perceptíveis a olho nu, dentro dos limites previstos em norma;
	3 - Superiores em até 40% às previstas na norma;
	4 - Excessivas.
recalque	2 - Indícios, pelas características de trincas na alvenaria;
	3 - Recalque estabilizado com fissuras em peças estruturais;
	4 - Recalque não estabilizado com fissuras em peças estruturais.
fissuras	1 - Aberturas menores do que as máximas previstas em norma;
	2 - Estabilizadas, com abertura até 40% acima dos limites de norma;
	3 - Aberturas excessivas; estabilizadas;
	4 - Aberturas excessivas; não estabilizadas.
carbonatação	1 - Localizada, com algumas regiões com $pH < 9$, sem atingir a armadura
	2 - Localizada, atingindo a armadura, em ambiente seco;
	3 - Localizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido;
	4 - Generalizada, atingindo a armadura, em ambiente úmido.

Tipos de Danos	Fator de intensidade do dano - Tipos de manifestação
infiltração	1 - Indícios de umidade;
	2 - Pequenas manchas;
	3 - Grandes manchas;
	4 - Generalizada.
presença de cloretos	2 - Em elementos no interior sem umidade;
	3 - Em elementos no exterior sem umidade;
	4 - Em ambientes úmidos.
manchas	2 - Manchas escuras de pouca extensão, porém significativas;
	3 - Manchas escuras em todo o elemento estrutural
sinais de esmagamento	3 - Desintegração do concreto na extremidade superior do pilar, causada por sobrecarga ou movimentação da superestrutura; fissuras diagonais isoladas;
	4 - Fissuras de cisalhamento bi diagonais, com intenso lascamento (esmagamento) do concreto devido ao cisalhamento e a compressão, com perda substancial de seção, deformação residual aparente; exposição e início de flambagem de barras da armadura.
desvio de geometria	2 - Pilares e cortinas com excentricidade $\leq h/100$ (h = altura)
	3 - Pilares e cortinas com excentricidade $\geq h/100$
infiltração na base	3 - Indícios de vazamento em tubulações enterradas que podem comprometer as fundações;
	4 - Vazamentos em tubulações enterradas causando erosão aparente junto às fundações.
junta de dilatação obstruída	2 - Perda de elasticidade do material da junta;
	3 - Presença de material não compressível na junta.
fissuras vizinhas as juntas de dilatação	2 - Lajes com início de fissuras adjacentes às juntas;
	3 - Grande incidência de lajes com fissuras adjacentes às juntas;
	4 - Idem, com prolongamento das fissuras em vigas e/ou pilares de suporte.
deslocamento por empuxo	3 - Deslocamento lateral no sentido horizontal, com excentricidade, porém estável;
	4 - Deslocamento lateral no sentido horizontal, instável.

Fonte: Castro (1994)

2.4.3 Fator de relevância estrutural (*Fr*)

O fator de relevância estrutural analisa a importância de cada elemento construtivo em função do seu comportamento estrutural e seu bom desempenho, de acordo com o Quadro 3 (CASTRO, 1994).

Quadro 3 - Fator de relevância estrutural

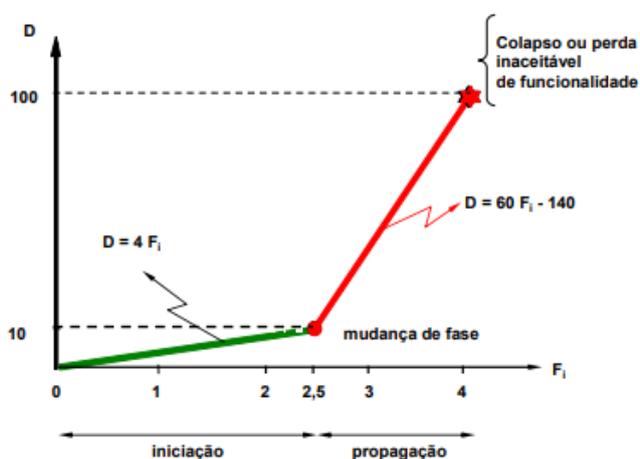
Fr	Descrição
1	Instalações diversas.
2	Encontros.
3	Instalações pluviais e Pavimento.
4	Juntas de dilatação e Aparelhos de apoio.
5	Pilares, Vigas e Tabuleiros.

Fonte: Castro (1994)

2.4.4 Grau do dano (D)

O grau de dano tem como finalidade quantificar a manifestação dos danos individualmente. Este se dá por meio de um gráfico, apresentado na Figura 1, dependendo exclusivamente do fator de intensidade e do de ponderação (CASTRO, 1994).

Figura 1 - Gráfico Fator de Intensidade X Grau do dano



Fonte: Castro (1994)

No gráfico, nota-se que o eixo das abcissas é o que corresponde ao fator de intensidade, ele é associado a uma “mudança de fase”, que o divide entre iniciação e propagação. Já no eixo das ordenadas, tem-se o grau de dano (D), que é limitado por $D=100$, ou seja, um estado crítico do elemento. Nota-se que, para $D < 10$ não existe um comprometimento estrutural, já para $D > 10$ a reta tem uma angulação bastante aguda, representando casos em que se necessita de intervenções mais urgentes devido a um maior comprometimento estrutural (CASTRO, 1994).

As expressões para o cálculo do grau de dano são:

$$D = 4 * Fi, \text{ para } Fi \leq 2,0 \quad (2.1)$$

$$D = 60 * Fi - 140, \text{ para } Fi \geq 3,0 \quad (2.2)$$

Em casos que o fator de ponderação seja $F_p < 10$, tem-se:

$$D = 0,4 * F_i * F_p \quad (2.3)$$

$$D = (6 * F_i * 14)F_p \quad (2.4)$$

2.4.5 Grau de deterioração de um elemento (Gde)

O grau de deterioração de um elemento é determinado em razão dos danos, do fator de intensidade, e do grau do dano (CASTRO, 1994), a partir das equações a seguir:

$$GDe = Dmx, \quad \text{para } m \leq 2 \quad (2.5)$$

$$GDe = Dmx + \frac{\sum_{i=1}^{m-1} D(i)}{m-1}, \quad \text{para } m > 2 \quad (2.6)$$

Onde:

$D(i)$ = grau do ano de ordem (i)

m = quantidade de danos detectados no elemento

Portanto, no Quadro 4 tem-se uma classificação de acordo com os níveis de deterioração.

Quadro 4 - Classificação Gde

Nível de Deterioração	Gde	Medidas a serem adotadas
Baixo	0-15	Estado aceitável;
Médio	15-50	Observação periódica e necessidade de intervenção a médio prazo;
Alto	50-80	Observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção a curto prazo;
Crítico	>80	Necessidade de intervenção imediata para restabelecer funcionalidade e/ou segurança.

Fonte: Castro (1994)

2.4.7 Grau de deterioração de uma família de elementos (Gdf)

No grau de deterioração de uma família de elementos faz-se a média aritmética dos graus de deterioração dos elementos que tem danos expressivos. Para tal parâmetro foi adotado um limite para o Gde, com o objetivo de se definir o Gdf. Considerando um $F_i=2,5$, levando

em consideração o grau do dano também, chegou-se em resultados aproximadamente superiores a $Gde = 15$, portando para $Gde \geq 15$, tem-se a seguinte expressão (CASTRO, 1994).

$$Gdf = \frac{\sum_{i=1}^n Gde(i)}{n} \quad (2.7)$$

Onde:

n = número de elementos componentes da família com $Gde \geq 15$.

Para casos em que se tenha $Gde < 15$, considera-se $Gdf = 0$, admitindo que aqueles danos não serão de grande influência para os cálculos de grau de deterioração da estrutura (CASTRO, 1994).

2.4.8 Grau de deterioração da estrutura (Gd)

O grau de deterioração da estrutura é definido em função de todos os parâmetros citados acima, considerando o conjunto de todas as famílias do elemento em questão, sendo esse valor representado por “k” (CASTRO, 1994).

$$Gd = \frac{\sum_{i=1}^k Fr(i) * Gdf(i)}{\sum_{i=1}^k Fr(i)} \quad (2.8)$$

Onde:

k = número de famílias de elementos presentes na edificação

Com isso, pode-se associar o resultado de Gd a uma classificação, apresentada pelo Quadro 4, em que se indica a situação da estrutura (CASTRO, 1994).

Quadro 4 - Classificação Gd.

Nível de Deterioração	Gd	Medidas a serem adotadas
Baixo	0-15	Estado aceitável;
Médio	15-40	Observação periódica e necessidade de intervenção a médio prazo;
Alto	40-60	Observação periódica minuciosa e necessidade de intervenção a curto prazo;
Crítico	>60	Necessidade de intervenção imediata para restabelecer funcionalidade e/ou segurança.

Fonte: Castro (1994)

2.5 Aplicabilidade dos métodos

Nesse tópico serão apresentados casos em que foram utilizados os métodos escolhidos para o presente trabalho.

Castro, quando desenvolveu a revisão da metodologia GDE, a testou em duas edificações, uma escola pública e uma residência pública. Para obter os resultados, ele fez um levantamento das características das edificações, seguindo de uma análise dos projetos, e, por fim, a visita para registros fotográficos. Os resultados foram de um grau de deterioração médio e a outra de deterioração alto. Ele conclui que a metodologia tinha sido consistente em relação ao que as estruturas demonstravam (CASTRO, 1994).

No que diz respeito ao método GUT, em 2019 foi apresentado no 4º simpósio paranaense de patologia das construções em um artigo que tinha como objetivo a priorização de manifestações patológicas pelo método GUT. O estudo foi feito em edifícios residenciais da orla de Boa Vigem, na cidade de Recife-PE. A metodologia se deu de forma semelhante à apresentada no parágrafo anterior. Os resultados analisados por meio da matriz GUT foram satisfatórios e condizem com que o método propõe (SANTOS *et al.*, 2019).

Por fim, é importante apresentar uma análise dos dois métodos em conjunto, esta foi realizada em 2020 na Universidade Católica de Goiás. Com o foco voltado à análise de metodologias para a classificação e priorização de solução de manifestação patológicas, foram analisados os métodos chaves desse trabalho: GUT e GDE. Diante dos resultados, foi analisado que a metodologia GUT apresenta notas atribuídas a parâmetros pessoais do inspetor e na GDE essas notas já são pré-estabelecidas, o que abre uma margem para casos extras (PAULA *et al.*, 2020). Com isso, nota-se a importância de estudar a interferência e como ambos os métodos podem se complementar.

2.6 Anomalia e Falha Construtiva

Adentrando nas manifestações patológicas, existem duas definições que precisam ser entendidas para que se possa classificar as manifestações de forma coerente. São elas: anomalia e falha construtiva.

Segundo a NBR 16747 (ABNT, 2020), anomalia é

uma irregularidade, anormalidade e exceção à regra que ocasionam a perda de desempenho da edificação ou suas partes, oriundas da fase de projeto,

execução ou final de vida útil, além de fatores externos, podendo, portanto, ser classificadas como anomalia endógena, anomalia funcional, ou anomalia exógena (ABNT, 2020).

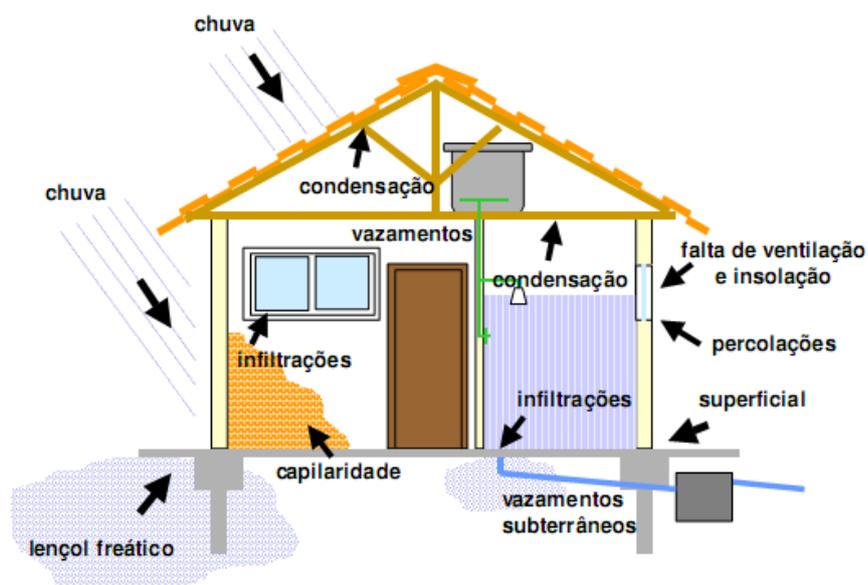
Já a falha, é conceituada como

irregularidade ou anormalidade que implica no término da capacidade da edificação ou suas partes de cumprir suas funções como requerido, ou seja, atingimento de um desempenho não aceitável (inferior ao desempenho mínimo requerido) (ABNT, 2020).

2.7 Tipos de umidade nas edificações

A umidade é o fato gerador de manifestações patológicas mais recorrentes em edificações no geral. Existem alguns tipos, pode-se citar: umidade ascendente por capilaridade; umidade decorrente de intempéries, umidade por condensação, umidade por infiltração e umidade accidental, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Atuação da umidade em uma edificação



Fonte: Casa D'Água (2023)

Sendo assim, a seguir serão apresentados e detalhados sobre os tipos de umidade.

- **Umidade ascendente por capilaridade** - É o tipo de umidade que acontece quando a água presente no solo penetra por meio de capilaridade nos elementos de fundação, e conseqüentemente são absorvidas pela área inferior de paredes e

também pelo piso. Isso pode ocorrer em períodos sazonais do ano devido a alterações climáticas ou quando o lençol freático está muito alto (SOARES, 2014).

- **Umidade decorrente de intempéries** - Nesse tipo, a água é proveniente da chuva, que penetra na edificação pelas paredes da área externa e/ou na cobertura. (SOARES, 2014)
- **Umidade por condensação** - Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010), a umidade por condensação acontece quando o vapor de água se transforma em gotículas líquidas na superfície de materiais ou elementos construtivos que estão com uma temperatura mais baixa, como vidros ou paredes.
- **Umidade por infiltração** - Esse tipo acontece quando água penetra nas áreas internas por pequenas fissuras nas paredes. Isso pode acontecer pela capacidade de absorção dos materiais, ou por falhas construtivas (SOARES, 2014).
- **Umidade acidental** - Já para a umidade acidental, a água penetra devido a alguma infiltração a partir do sistema de águas pluviais (SOUZA *et al.*, 2022).

2.8 Eflorescência

A eflorescência é um fenômeno que acontece em materiais de construção de civil, quando sais solúveis em água presentes nos materiais são dissolvidos e transportados pela ação da umidade através dos poros do material e depositados na superfície quando a água evapora. Esse depósito de sais é caracterizado por formar uma camada branca na superfície (MENEZES, 2006).

Essa manifestação não apresenta problemas para a edificação, entretanto, indica que existe umidade naquele elemento, logo, a umidade pode atuar de forma mais agressiva a depender do seu tipo e das condições da edificação. Na Figura 3 pode ser visto um exemplo de eflorescência.

Figura 3- Eflorescência em alvenaria



Fonte: Pointer (2023)

2.9 Fissuras

As fissuras, trincas e rachaduras são aberturas que se apresentam como um mecanismo de alívio de tensões oriundos da movimentação dos materiais de construção (THOMAZ, 1989). A diferença entre fissuras, trincas e rachaduras se deve pelo tamanho da sua abertura, segundo Oliveira (2012), como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação de fissura, trinca e rachadura

Manifestação patológica	Abertura
Fissura	$\leq 0,5$ (mm)
Trinca	$0,5 \leq e \leq 1,5$ (mm)
Rachadura	$1,5 \leq e \leq 5,0$ (mm)

Fonte: adaptado de Oliveira (2012)

As fissuras podem ser classificadas de algumas formas, uma delas é de acordo com sua atividade, sejam elas ativas ou passivas. Fissuras ativas são aquelas que se expandem ou se movimentam continuamente, tal fato pode indicar a presença de tensões contínuas, como movimentação térmica e sobrecarga. Já as fissuras passivas são aquelas que estão estabilizadas, ou seja, que não se expandem ou se movimentam de forma significativa ao passar do tempo (SAHADE, 2005 *apud* FERREIRA, 2020).

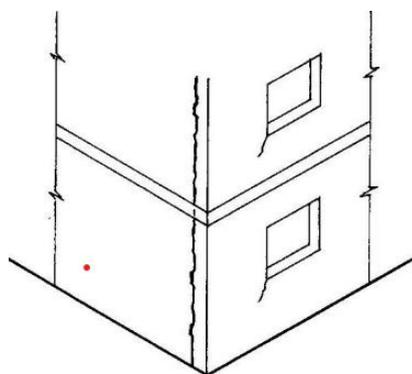
Além das classificações, as fissuras possuem configurações diferentes, que estão diretamente ligadas à sua causa. A seguir, serão apresentados alguns tipos de fissuras associados à sua causa.

2.9.1 Fissuras causadas por movimentações higroscópicas

As movimentações higroscópicas são responsáveis pela expansão de alguns materiais de construção civil, tais variações volumétricas podem gerar fissuras nos elementos construtivos. Como já foi citado anteriormente, a umidade pode estar presente em uma obra de diferentes maneiras, sendo elas por: umidade ascendente por capilaridade; umidade decorrente de intempéries, umidade por condensação, umidade por infiltração e umidade acidental (THOMAZ, 1949).

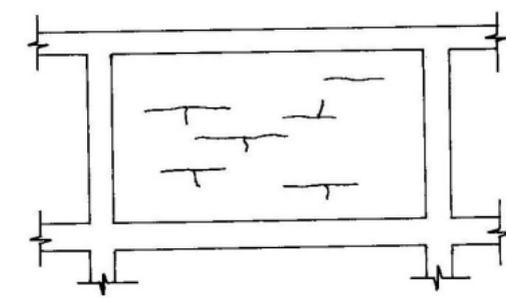
Nas Figuras 4 e 5 serão apresentadas algumas configurações de fissuras causadas por movimentações higroscópicas.

Figura 4- Fissuramento vertical de alvenaria provocado pela expansão dos tijolos por umidade



Fonte: Thomaz (1949)

Figura 5 – Trincas horizontais em alvenaria provocadas pela expansão dos tijolos



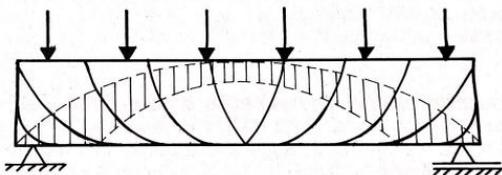
Fonte: Thomaz (1949)

2.9.2 Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas

A sobrecarga estrutural pode ser definida como uma solicitação externa que pode ser capaz de fissurar um elemento construtivo, tendo esta função estrutural ou não. Sendo assim, as fissuras provenientes pela atuação de sobrecarga podem acontecer por alguns fatores, como exemplo pode-se citar erros de cálculo de projeto e as falhas de execução (THOMAZ, 1949).

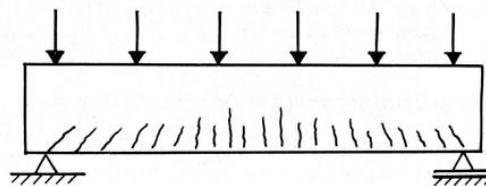
No que se trata de vigas, as fissuras podem acontecer pela flexão do elemento estrutural. As fissuras irão se apresentar de forma perpendicular aos esforços principais de tração, como apresentado na Figura 6 e na Figura 7.

Figura 6 – Viga isostática submetida à flexão



Fonte: Thomaz (1949)

Figura 7 – Fissuração em viga subarmada



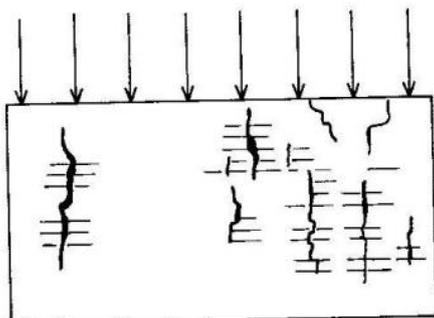
Fonte: Thomaz (1949)

Além das vigas, lajes e pilares podem sofrer fissuração. As fissuras em lajes vão depender do tipo da laje, se é maciça ou nervurada, os tipos de apoios, a relação entre largura e comprimento, o tipo de armação, bem como os esforços solicitante. Quando se fala em pilares, as fissuras tendem a ter maior aparecimento quando se tem falhas de execução. Vale citar que as fissuras verticais em pilares têm uma maior probabilidade de acontecer quando os estribos foram subdimensionados (THOMAZ, 1949).

Por outro lado, quando se trata de fissuras causadas por sobrecarga em alvenaria, tem-se alguns casos mais comuns (THOMAZ, 1949):

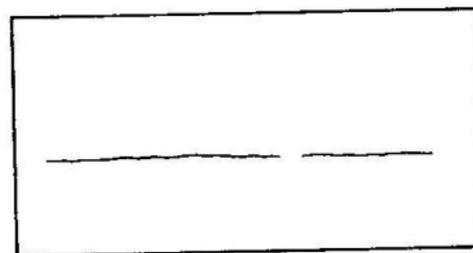
- Trincas verticais - ocasionadas pela deformação transversal da argamassa, devido a tensões de compressão, ou da flexão da alvenaria, como pode visto na Figura 8.
- Trincas horizontais - ocasionadas pelo rompimento por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa, como apresentado na Figura 9.
- Fissuras inclinadas - acontecem quando existe a atuação de sobrecargas concentradas, e essas provocam a ruptura de componentes de alvenaria na região de aplicação de cargas, como na Figura 10. Em painéis de alvenaria que existem aberturas, geralmente para esquadrias, essas fissuras formam-se a partir dos vértices da abertura e sob o peitoril.

Figura 8 - Fissuras verticais causadas por sobrecarga



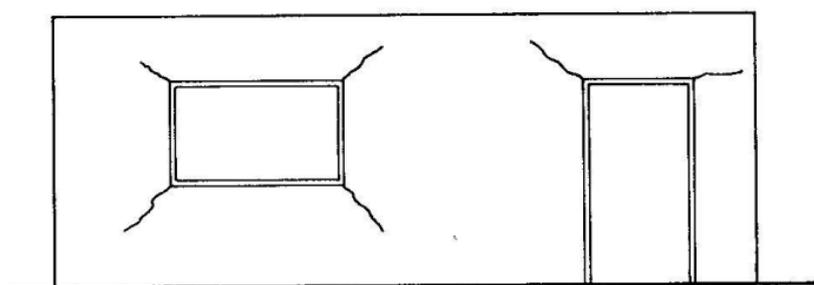
Fonte: Thomaz (1949)

Figura 9- Fissuras horizontal causada por sobrecarga



Fonte: Thomaz (1949)

Figura 10 - Fissuras inclinadas causadas por sobrecarga



Fonte: Thomaz (1949)

2.9.3 Fissuras em alvenaria causadas por retração

Existem três tipos de retração, são elas: química, de secagem e por carbonatação. A retração química acontece na reação entre o cimento e água, devido às forças interiores de coesão, reduzindo assim o seu volume em cerca de 25% do original. A retração de secagem acontece quando a água em excesso do preparo da argamassa evapora, gerando forças capilares. Por fim, a retração por carbonatação ocorre quando a cal hidratada do cimento reage com o gás carbônico, formando assim, o carbonato de cálcio e reduzindo o volume do elemento. Logo, essa variação de volume acarreta fissuras (THOMAZ, 1949).

As fissuras ocasionadas por retração podem ocorrer em encontro de paredes, no terço médio de paredes muito extensas, em seções que apresentam instalações elétricas ou hidráulicas etc. Além disso, pode-se ter uma fissuração generalizada, em casos excepcionais de um valor alto de abertura.

3 MÉTODOS

O trabalho em questão foi dividido em três etapas. A priori, foi feita uma revisão bibliográfica da literatura; em seguida foram escolhidas as edificações que serão estudadas e com isso foi realizado o estudo de caso para a análise das manifestações patológicas das edificações escolhidas, de acordo com a NBR 16747 (ABNT, 2020), NBR 5674 (ABNT, 2012) e a Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012). Por fim, foi feita a utilização dos métodos GUT e GDE para as edificações escolhidas.

3.1 Revisão Bibliográfica

A primeira etapa deste trabalho tem como foco uma revisão bibliográfica da literatura, objetivando-se levantar o estado da arte no que tange à temática de manifestações patológicas e a utilização dos métodos GUT e GDE como ferramenta em laudos de inspeções. Sendo assim, foram realizados estudos de artigos, livros, normas, trabalhos e manuais existentes sobre os conceitos e aplicações que envolvem o assunto, com o intuito de aprofundar os conhecimentos e alcançar realizar um trabalho consistente.

3.2 Estudo de caso em duas edificações

Foram escolhidas duas edificações de uso residencial, com diferentes características, sendo as principais: condições climáticas e região localizada. O critério de escolha se deu pela disponibilidade para a inspeção e pela idade da edificação. Portanto, foram priorizadas edificações com no mínimo vinte anos de construídas, já que nesse tempo existe uma maior probabilidade no aparecimento de manifestações patológicas com diferentes causas e em diferentes elementos construtivos.

Diante disso, foram realizadas visitas aos locais para registros fotográficos e análise visual. Por fim, foram escolhidas e/ou priorizadas as manifestações patológicas que se assemelham nos dois tipos de edificações, as quais foram agrupadas e analisadas, e assim foram elaborados laudos de inspeção para cada uma dessas residências.

3.3 Análise e aplicação dos métodos GUT e GDE

Após todo o processo de visitas e registros fotográficos supracitados, e a análise do que foi encontrado, em conformidade ao objetivo do presente trabalho foram aplicados os métodos GUT e GDE, de forma individual, para cada uma das edificações escolhidas. Com isso, de acordo com a literatura revisada, foram produzidos planilhas e gráficos, para que se possa comparar a autenticidade dos métodos individualmente e de forma complementar.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização das Residências

A caracterização de uma residência é um passo importante para o início de qualquer estudo de manifestação patológica. Com isso, tem-se um panorama geral da edificação, que é feito principalmente mediante sua anamnese.

Para tal, foi desenvolvido um formulário com perguntas chaves para que os proprietários pudessem responder, que pode ser visualizado no Apêndice A. Além disso, é necessário ter uma planta baixa da residência, como auxílio das análises, portanto, para as residências que não tinham levantamento arquitetônico, o qual foi executado pela autora.

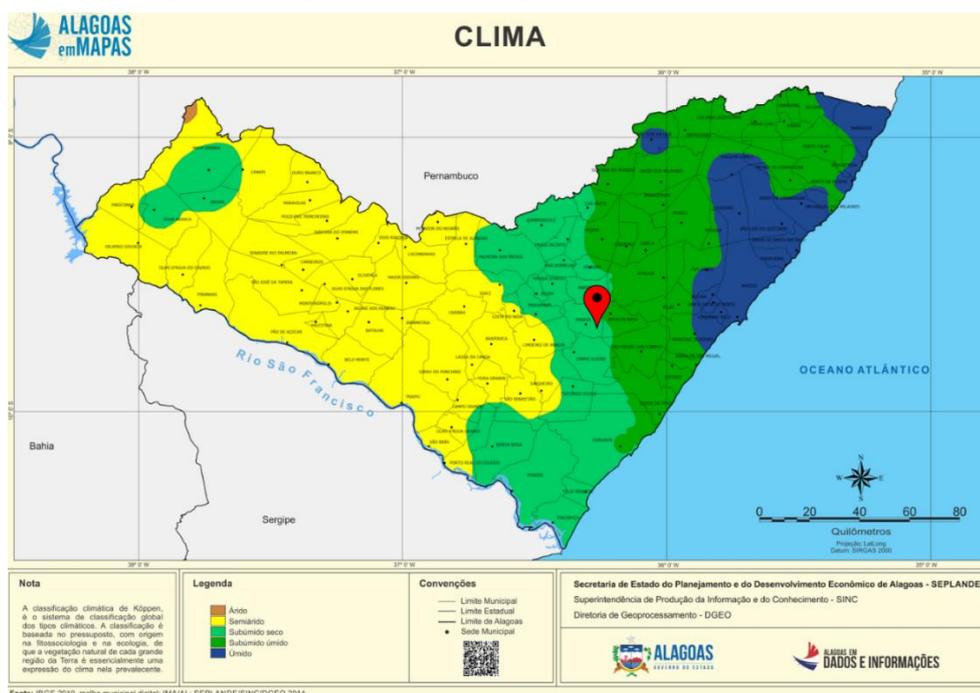
A seguir, será detalhada a caracterização das duas residências escolhidas.

4.1.1 Residência 1

A residência 1 é caracterizada por ser de médio padrão, com 30 anos de construção, localizada na cidade de Anadia, interior do estado de Alagoas, que está caracterizada por ter um clima subúmido seco, como pode ser visto na Figura 11. Vale ressaltar também que a cidade se encontra a 57 km do litoral alagoano, de modo que não há influências decorrentes do ambiente marinho.

A edificação possui 11,87 m (onze metros e oitenta e sete centímetros) de frente, 27,40 m (vinte e sete metros e quarenta centímetros) de lado e 11,87 m (onze metros e oitenta e sete centímetros) de fundo, totalizando uma área de 325,23 m² (trezentos e vinte e cinco vírgula vinte e três metros quadrados).

Figura 11 - Mapa do estado de Alagoas com as cidades e os climas

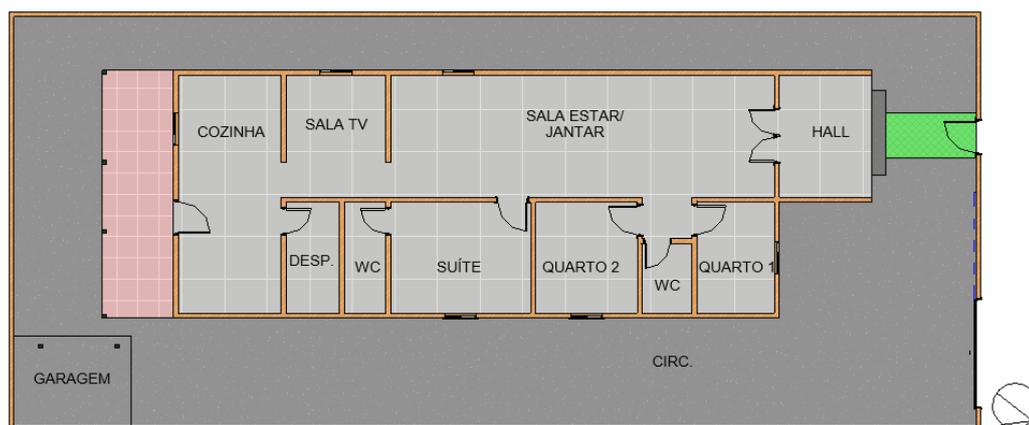


Fonte: Governo de Alagoas

A partir da anamnese feita, a construção foi executada sem a utilização de projetos arquitetônicos e complementares, bem como não foi utilizado nenhum tipo de impermeabilização para a fundação, cujo tipo não foi identificado devido à falta de informação dos proprietários. O sistema construtivo escolhido para a execução foi a alvenaria estrutural. Além disso, foi relatado que no bairro em que a residência se localiza existia antigamente um lago ou açude.

Será apresentado, na Figura 12, um croqui que foi realizado mediante visita ao local.

Figura 12 – Croqui - Residência 1



Fonte: Autora (2023)

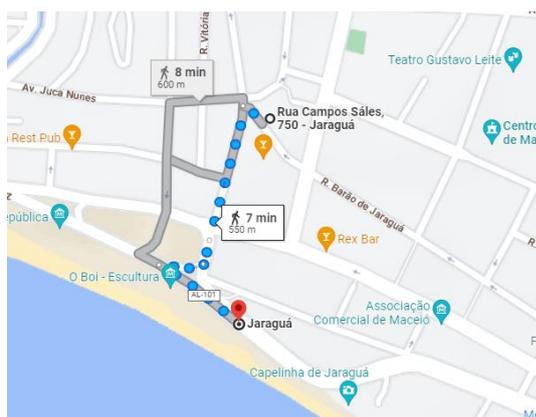
A partir da caracterização ambiental feita, e de acordo com informações dos proprietários, a ventilação é prioritariamente sudeste. Sendo assim, a fachada frontal recebe por maior tempo do dia a incidência solar.

A edificação se enquadra no nível de inspeção 1, de acordo com a Norma de Inspeção Predial (IBAPE, 2012), tendo em vista que tem apenas um pavimento e contempla uma baixa complexidade técnica para tal análise.

4.1.2 Residência 2

A residência 2 é caracterizada por ser de médio padrão, composta por dois pavimentos, com o pavimento térreo tendo em média 68 anos de construção e o pavimento superior com 29 anos de execução. A residência é localizada na cidade de Maceió – Alagoas, que contempla a região metropolitana do estado. Vale ressaltar, que a residência fica a 550 m do mar, tendo uma grande influência da maresia em seus sistemas, como pode ser visto na Figura 13.

Figura 13 - Distância da residência 2 até o litoral



Fonte: Autora (2023)

A edificação possui 12,84 m (doze metros e oitenta e quatro centímetros) de frente, 32,17 m (trinta e dois metros e dezessete centímetros) na lateral direita, 18,94 m (dezoito metros e noventa e quatro centímetros) na lateral esquerda e 3,30 m (três metros e trinta centímetros) de fundo reto e 9,70 m (nove metros e setenta centímetros) na diagonal, totalizando uma área de 349,21 m² (trezentos e quarenta e nove vírgula vinte e um metros quadrados).

Sendo assim, de acordo com a anamnese feita com os proprietários sabe-se que a construção foi executada sem a utilização de projetos arquitetônicos e complementares, entretanto, ela passou por uma reforma há 9 anos, e nesse momento foi contratada uma arquiteta para gerir a obra. A respeito do processo de impermeabilização e fundação, o proprietário não sabe informar sobre a presença e/ou tipo. Visivelmente, a edificação contempla um sistema estrutural em concreto armado composto por vigas, pilares e laje nervurada.

Ainda sobre o sistema estrutural, foi relatada a necessidade de um reforço dos pilares no ano de 2022, devido à presença de fissuras nesses elementos.

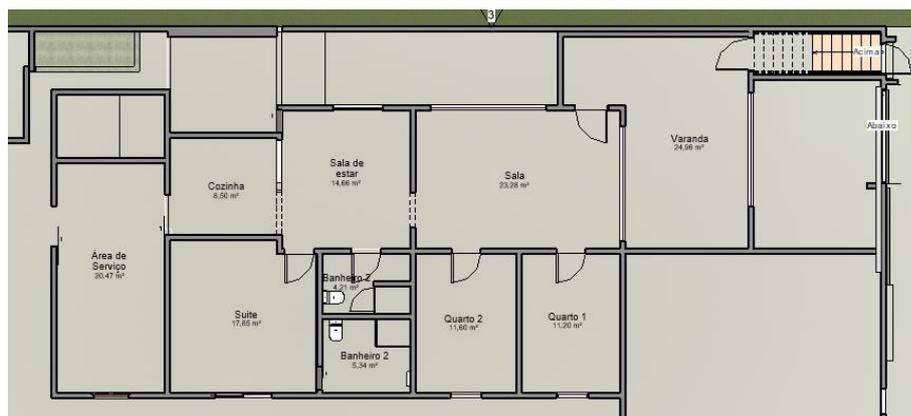
A seguir será apresentado, na Figura 14 e Figura 15, um croqui que foi realizado mediante visita no local.

Figura 14 - Croqui Pavimento Térreo - Residência 2



Fonte: Autora (2023)

Figura 15 - Croqui Pavimento Superior - Residência 2



Fonte: Autora (2023)

A edificação se enquadra no nível de inspeção 2, de acordo com a Norma de Inspeção Predial (IBAPE, 2012), tendo em vista que tem dois pavimentos e contempla uma média complexidade técnica para tal análise.

4.2 Análise das Manifestações patológicas – Residência 1

Mediante as caracterizações das edificações, o trabalho segue para a análise das manifestações patológicas por residência. Vale ressaltar que na época em que as residências foram construídas ainda não existiam as normas que tratam sobre inspeção, além disso, segundo os moradores, não se sabe se houve acompanhamento por parte de profissional habilitado. Estes fatos contribuem para a ocorrência de erros em práticas construtivas, contribuindo para o surgimento dos problemas observados.

Sendo assim, serão apresentadas as manifestações (por meio do registro fotográfico) juntamente com uma provável causa para os problemas identificados.

4.2.1 Umidade

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Salas, quartos e áreas externas;

Elemento construtivo: parede e piso;

Causa provável:

1. Como pode ser visto nas Figuras 16 e 17, existe evidentemente uma ação da umidade por capilaridade. Anteriormente, por meio de relatos de um dos moradores, sabe-se que a edificação não passou por um importante processo construtivo, que é a

impermeabilização dos elementos de fundação. Assimilando com a informação de que o solo tem um alto teor de umidade, pode-se evidenciar que esta é a causa provável para tal manifestação.

2. Já na Figura 18, que é localizada no lado externo da residência, tem-se a presença de uma tubulação de água fria chumbada na alvenaria. Essa tubulação faz uma curva de 90° e sobe para a caixa d'água, o que leva à identificação de que há passagem de tubulações hidráulicas na parede em análise. Sendo assim, pode-se chegar à conclusão de que, além das causadas citadas no item 1, pode existir a infiltração de água por meio das instalações hidrossanitárias.

Figura 16 – Umidade ascendente na parede da sala



Fonte: Autora (2023)

Figura 17 – Umidade ascendente na parede do corredor e quarto



Fonte: Autora (2023)

Figura 18– Umidade na parede externa



Fonte: Autora (2023)

4.2.2 Eflorescência

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Sala de estar;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Na Figura 19, percebe-se que além da macha devida à umidade na alvenaria, existe também alguns danos à pintura. Mais especificamente, nesse ponto é evidenciada uma camada branca na sua superfície, que é o fenômeno da eflorescência. Este é causado pela ação da umidade ascendente por capilaridade no elemento construtivo, quando o excesso de sais solúveis em água, como sulfatos e cloretos, que estão em materiais porosos, como argamassa e tijolo, se dissolve na água presente na superfície desses materiais e depois se deposita à medida que a água evapora. Como resultado tem-se a deposição de uma camada com aparência branca na superfície dos materiais.

Figura 19 – Eflorescência na parede



Fonte: Autora (2023)

4.2.3 Deslocamento de concreto de cobertura e corrosão

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Área externa e garagem;

Elemento construtivo: Pilares

Causa provável:

1. Na Figura 20, é perceptível um acúmulo de agregados mais ou menos no meio do pilar, o que não deveria acontecer. Isso sugere algum problema na sua execução, como exemplo: lançamento mal feito do concreto, concretagem feita em duas etapas sem controle das camadas. Logo, a má distribuição de agregado pode criar uma zona de concentração de esforços no pilar.
2. Além disso, a presença da umidade é um fator que contribui para que aconteça a corrosão da armadura. Quando a armadura corrói, isso faz com que o aço tenha uma deformação e assim comece o processo de fissuração seguido do deslocamento do concreto de cobertura. Além da deformação, a corrosão compromete também a aderência entre o concreto e o aço.
3. A ausência de um projeto estrutural fica evidenciada, quando se nota a inexistência de estribos nos pilares, os quais são responsáveis por fornecer suporte lateral para a armadura vertical do pilar e protegê-la contra danos durante o processo de concretagem, garantindo a estabilidade do elemento.
4. Observa-se uma coloração avermelhada na parte interna do pilar, que pode indicar a presença de saibro na argamassa, material utilizado antigamente em construções. Entretanto, o saibro é um material granular e solto e rico em matéria orgânica, que pode resultar em fissuras, descamação e desprendimento do revestimento.

Figura 20 – Desplacimento do concreto dos pilares da garagem



Fonte: Autora (2023)

4.2.4 Fissuras – 1

Classificação do problema: Falha;

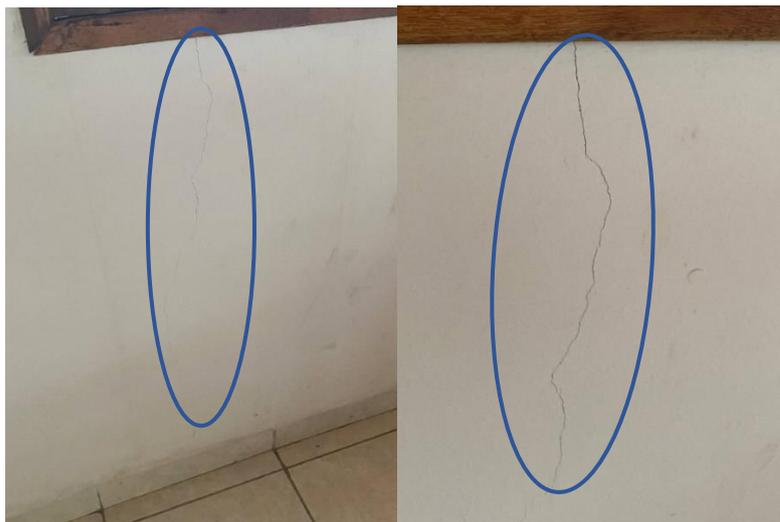
Ambientes: Salas;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Na Figura 21 pode-se analisar fissuras verticais que partem de esquadrias, aberturas que fragilizam a parede e permitem um cenário mais propício ao aparecimento de fissuras. Tal fato pode estar associado à má execução da contra-verga, caso ela tenha sido executada pela metade, e não em todo comprimento horizontal da esquadria, como é recomendado.

Figura 21 - Fissuras nas paredes partindo da janela



Fonte: Autora (2023)

4.2.5 Fissuras – 2

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Áreas externas, hall;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Nas Figuras 22 e 23 tem-se fissuras horizontais, essas podem ser causadas pela falta de elementos estruturais, como vigas e pilares, ocasionando assim uma sobrecarga estrutural nas paredes. Além disso, na figura 22 as paredes em que as fissuras se encontram são paredes que recebem carga direta do telhado.
2. Na Figura 23, tem-se um encontro da alvenaria com o portão metálico, podendo esse encontro ter um espaço insuficiente para fazer a amarração necessária.

Figura 22 – Fissuras horizontais nas paredes externas



Fonte: Autora (2023)

Figura 23- Fissura na parede do muro



Fonte: Autora (2023)

4.2.6 Fissuras – 3

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Áreas externas, hall, salas e quartos;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Na Figura 24 tem-se fissuras em pilares de concreto. De acordo com o croqui, os pilares têm dimensões de 12cmx10cm, o que contraria a NBR 6118 (ABNT, 2014), que estabelece que a seção mínima de um pilar deve ser de 19 cm, admitindo-se que esteja entre 19 e 14 cm, desde que se multipliquem os esforços solicitantes de cálculo a serem considerados no dimensionamento por um coeficiente adicional, e que a seção transversal de área do pilar não seja inferior a 360 cm². Logo, pode-se atrelar as fissuras a uma sobrecarga que o pilar esteja sofrendo devido ao seu subdimensionamento.
2. Associado ao subdimensionamento, é perceptível que não existem estribos nos pilares, logo, isso pode acarretar deformações excessivas e uma redução da durabilidade, deixando o elemento mais suscetível à corrosão. Vale ressaltar que estes pilares estão expostos ao ambiente externo e que a edificação tem um problema com umidade ascendente, o que contribui para tal manifestação acontecer.

Figura 24 - Fissuras nos pilares da área externa



Fonte: Autora (2023)

4.2.7 Fissuras – 4

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Áreas externas;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Na Figura 25 tem-se uma fissura vertical, que pode estar sendo causada por movimentações higroscópicas.
2. Os elementos construtivos que possuem fissuras, apresentados na Figura 26 também são afetados pela umidade, porém as paredes aparentam sofrerem pelo fenômeno da retração.

Figura 25 – Fissura vertical em alvenaria



Fonte: Autora (2023)

Figura 26 - Fissuras sem configuração definida em alvenaria



Fonte: Autora (2023)

4.2.8 Descascamento da pintura

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: salas, quartos e áreas externas;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Na Figura 27, percebe-se o descascamento de pintura nas paredes, que provavelmente está sendo causado pela ação da umidade ascendente por capilaridade e decorrente de intempéries, que são fatores que diminuem a aderência da tinta ao substrato.

2. Vale ressaltar, que o processo de impermeabilização também é um fator que poderia evitar essa manifestação, já que impediria a ascensão da água na alvenaria.

Figura 27 - Descascamento de pintura



Fonte: Autora (2023)

4.2.9 Bolor

Classificação do problema: Falha e anomalia;

Ambientes: Área externa;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Nas Figuras 28 e 29 pode-se observar a ação da umidade ascendente por capilaridade e decorrente de intempéries, fatores que propiciam o aparecimento do bolor.

Figura 28 – Mancha de bolor em paredes externas – lado esquerdo e fachada frontal



Fonte: Autora (2023)

Figura 29 – Mancha de bolor em parede externa - lado direito



Fonte: Autora (2023)

4.3 Análise das Manifestações patológicas – Residência 2

Para a análise das manifestações patológicas da residência 2 a avaliação foi feita separada por pavimento.

4.3.1 Pavimento Térreo

4.3.1.1 Fissuras - 1

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Área externa e garagem;

Elemento construtivo: Paredes, laje e pilares;

Causa provável:

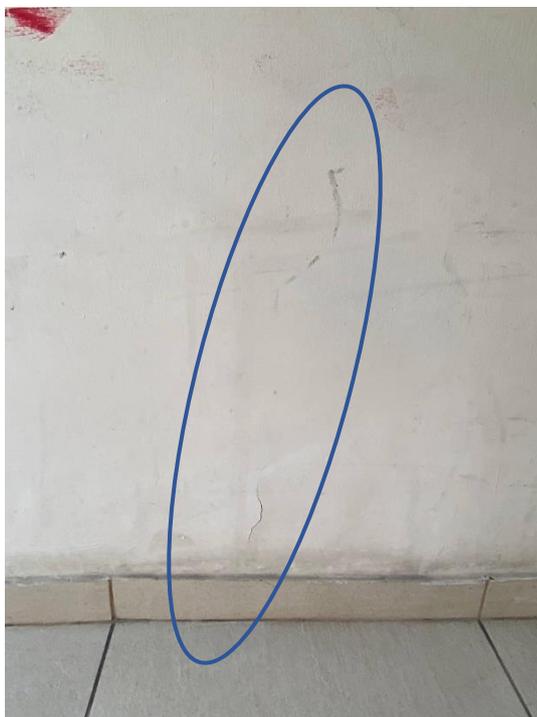
1. É perceptível que nas Figuras 30 e 31 tem-se o fator da umidade. Na figura 30 a umidade pode ser proveniente de intempéries e infiltração, visto que a laje da sacada e a viga apresentam manchas. Já na figura 31, provavelmente tem-se uma movimentação higroscópica por capilaridade.
2. Além disso, vale destacar que na Figura 30 os elementos construtivos fazem parte do sistema estrutural do pavimento superior. Logo, as fissuras podem ser provenientes de uma sobrecarga estrutural, devido à falta de um projeto estrutural para a residência.

Figura 30 - Fissura na laje e viga da garagem



Fonte: Autora (2023)

Figura 31 - Fissura na parede da garagem



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.2 Fissuras – 2

Classificação do problema: Falha;

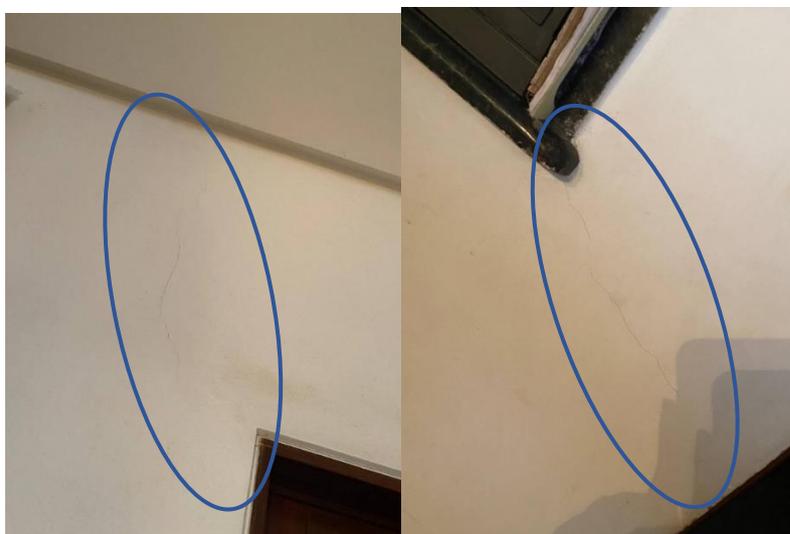
Ambientes: Sala de estar;

Elemento construtivo: Paredes;

Causa provável:

1. Nas Figuras 32 e 33 tem-se a presença de fissuras diagonais partindo de esquadrias, logo, a causa provável para o aparecimento dessas fissuras se deve à ausência de vergas e contra-vergas no momento da execução de esquadrias. Esse elemento tem o objetivo de distribuir melhor as cargas e tensões nos vãos de portas e janelas.
2. Na Figura 34 o caso é parecido com as demais desse item, entretanto a fissura se origina do meio da esquadria, o que pode acontecer caso tenha sido executada uma contra-verga menor do que o tamanho da esquadria. Além disso, vale destacar que a esquadria tem 3,30 m e a parede 4 m, logo, não se pode descartar uma possível sobrecarga da própria esquadria na alvenaria analisando que a fissura parte bem do meio dela.

Figura 32 - Fissuras inclinadas nas paredes da sala



Fonte: Autora (2023)

Figura 33 – Fissuras inclinadas nas paredes da sala de estar



Fonte: Autora (2023)

Figura 34 – Fissura partindo do meio da esquadria - sala



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.3 Fissuras – 3

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Sala de estar;

Elemento construtivo: Paredes;

Causa provável:

1. Como já foi citado anteriormente, a edificação não possui um projeto estrutural, logo, as cargas e tensões podem estar distribuídas de forma incoerente e em desacordo com a

NBR 6118 (ABNT, 2014). Assim, na Figura 35 observa-se que as fissuras partem da laje, concluindo-se que estas acontecem devido a uma sobrecarga.

Figura 35 - Fissura em parede



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.4 Fissuras - 4

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Área externa;

Elemento construtivo: Vigas e Pilares;

Causa provável:

1. Nas figuras 36, 37 e 38 observam-se fissuras em elementos estruturais: vigas e pilares, do pavimento térreo. Tais fatos podem ocorrer pela falta de um dimensionamento para estes elementos, deixando as vigas e pilares subdimensionados para suportar as cargas do pavimento superior. Além disso, é importante lembrar que o pavimento superior foi construído anos depois do pavimento térreo. Diante disso, os pilares e vigas mostrados foram construídos depois, entretanto, a partir de um certo tempo começaram as fissuras. Os elementos foram reparados há cerca de 2 anos, entretanto, as fissuras que estavam no pilar “antigo” se sobressaíram mesmo com o reparo, o que reforça o item anterior.
2. Foram conferidas também as dimensões dos pilares com relação às exigências da NBR 6118 (ABNT, 2014), que admite o mínimo entre 19 e 14 cm para pilares, desde que se multipliquem os esforços solicitantes de cálculo a serem considerados no dimensionamento por um coeficiente adicional, e que a seção transversal de área do

pilar não seja inferior a 360 cm². Verificou-se que a seção é de 25cmx30cm, estando de acordo com os padrões normativos.

3. Vale ressaltar que a residência tem o fator da maresia atuando ao seu redor, o que a deixa propensa à corrosão das armaduras. Além disso, as fissuras verticais, acompanhamento o direcionamento das armaduras, são indicativas de uma provável corrosão nos pilares mostrados na Figura 37.

Figura 36 – Fissuras em vigas – área externa



Fonte: Autora (2023)

Figura 37 – Fissuras verticais em pilares e vigas – área externa



Fonte: Autora (2023)

Figura 38 – Fissuras horizontais em vigas – área externa



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.5 Fissuras – 5

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Área externa e cozinha;

Elemento construtivo: Paredes;

Causa provável:

1. Na figura 39 encontram-se fissuras em paredes externas. As fissuras na alvenaria não apresentam uma configuração padrão, as paredes estão expostas as intempéries, como chuva e sol, provocando movimentações térmicas e higroscópicas não esperadas. Vale destacar que essas fissuras podem ser causadas por retração, caso tenha sido usado uma argamassa incorreta na alvenaria.
2. Já na figura 40, observa-se uma fissura no encontro de duas alvenarias. Logo, conclui-se que aconteceu por uma falha ou falta de amarração das alvenarias. Além disso, as alvenarias estão recebendo uma descarga direta do telhado, sem algum elemento de distribuição, o que intensifica o aparecimento de fissuras nesse encontro.
3. Na figura 41, tem-se uma fissura vertical no meio da alvenaria de um balcão americano, o que pode evidenciar uma falha na amarração dessa alvenaria.

Figura 39 – Fissura horizontais em paredes externas.



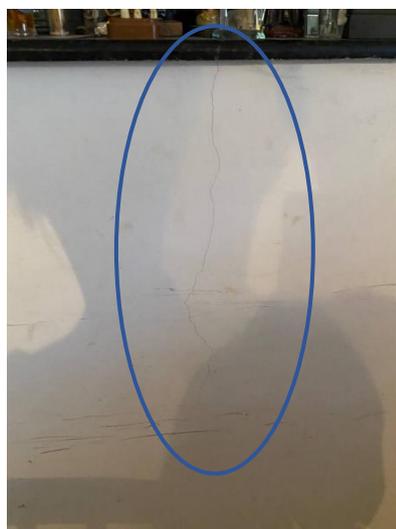
Fonte: Autora (2023)

Figura 40 – Fissura vertical em alvenaria



Fonte: Autora (2023)

Figura 41 – Fissura em parede de balcão americano



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.6 Manchas – 1

Classificação do problema: Falha e anomalia;

Ambientes: Área externa;

Elemento construtivo: Paredes;

Causa provável:

1. Na figura 42 tem-se a ação da umidade ascendente por capilaridade, com contribuição também da umidade decorrente de intempéries. Uma das causas que se pode observar é

a ausência de uma pingadeira no elemento de cobertura para que se evite o acúmulo de água em alguns elementos. Visto que, a mancha está bem próxima ao piso, e que essa parede é uma parede da área externa sem cobertura.

Figura 42 - Manchas de umidade em parede



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.7 Manchas – 2

Classificação do problema: Falha e anomalia;

Ambientes: Área externa;

Elemento construtivo: Lajes e vigas;

Causa provável:

1. Na figura 43 tem-se a ação da umidade por infiltração com contribuição também da umidade decorrente de intempéries. Pode-se observar a ausência de uma pingadeira no elemento de cobertura para que se evite o acúmulo de água em alguns elementos de beiral.
2. Além disso, como já foi retratado, não se sabe se foram feitos processos de impermeabilização nos elementos construtivos, porém suspeita-se que não. Sendo assim, é válido considerar a probabilidade de ter alguma infiltração proveniente das instalações hidrossanitárias.

Observação: Não se teve acesso ao projeto hidrossanitário da residência, o que ajudaria para se ter um diagnóstico mais preciso.

Figura 43 - Manchas de umidade em laje da garagem



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.8 Manchas – 3

Classificação do problema: Falha e anomalia;

Ambientes: Área externa;

Elemento construtivo: Vigas e Pilares;

Causa provável:

1. Nas figuras 44 e 45 tem-se a ação da umidade decorrente de intempéries. Visto que os elementos estão sem algum tipo de revestimento, o que permite que a água da chuva penetre e se acumule na superfície.

Figura 44 - Manchas de umidade em pilares



Fonte: Autora (2023)

Figura 45 - Manchas de umidade em viga



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.9 Bolor

Classificação do problema: Falha e anomalia;

Ambientes: Área externa;

Elemento construtivo: Paredes, vigas, pilares e piso;

Causa provável:

1. Na Figura 46 pode-se observar a ação da umidade ascendente por capilaridade, fator que propicia o aparecimento do bolor.
2. Já na Figura 47, a ação da umidade é decorrente de intempéries, proporcionando assim o aparecimento do bolor nos elementos.

Figura 46 – Mancha de bolor no piso e parede da área externa



Fonte: Autora (2023)

Figura 47 – Mancha de bolor em viga e pilar



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.10 Descascamento de pintura

Classificação do problema: Falha e anomalia;

Ambientes: Sala e área externa;

Elemento construtivo: Parede;

Causa provável:

1. Semelhante à residência 1, na Figura 48 e 49 a parede sofre pela ação da umidade ascendente por capilaridade, já na Figura 50 é decorrente de intempéries, fatores que diminuem a aderência da tinta ao substrato. Além disso, é importante destacar que o processo de impermeabilização também é um fator que poderia evitar essa manifestação.

Figura 48 - Descascamento de pintura da sala



Fonte: Autora (2023)

Figura 49 - Descascamento de pintura



Fonte: Autora (2023)

Figura 50- Descascamento de pintura – parede externa



Fonte: Autora (2023)

4.3.1.11 Corrosão e Desplacamento de Concreto

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Área externa;

Elemento construtivo: Laje;

Causa provável:

1. Na figura 51 observa-se, a partir do deslocamento do concreto, os sinais de corrosão da armadura. Tais fatores podem acontecer devido à ação da umidade por infiltração.

2. Além disso, vale ressaltar que a residência se localiza a menos de 1 km da praia, logo, a estrutura sofre com a ação da maresia, fator que potencializa a corrosão do aço.
3. Por fim, a residência muito provavelmente tem uma grande sobrecarga estrutural, que juntamente com um provável mau dimensionamento da armadura, pode fazer com que a laje esteja subdimensionada, fazendo com que ela sofra o efeito de flexão.

Figura 51 - Deslocamento do concreto da laje



Fonte: Autora (2023)

4.3.2 Pavimento Superior

4.3.2.1 Fissuras - 1

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Varanda;

Elemento construtivo: Paredes e laje;

Causa provável:

1. As figuras 52 e 53 retratam fissuras na parede cuja sua face externa recebe a ação de intempéries, o que acentua o problema. Percebe-se também que a parede possui placas de concreto, usadas como detalhe arquitetônico em função de uma melhor ventilação para a edificação, popularmente conhecido como corta-vento. Diante disso, vê-se que as fissuras acompanham essas placas, logo, deduz-se que ocorreu uma falha na execução dessa alvenaria, muito provavelmente não foi feita uma ligação correta entre a alvenaria e a placa pré-moldada.

Figura 52 - Fissuras no encontro placa de concreto e alvenaria



Fonte: Autora (2023)

Figura 53 - Fissura na parede



Fonte: Autora (2023)

4.3.2.2 Fissuras – 2

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Área externa e varanda;

Elemento construtivo: Paredes;

Causa provável:

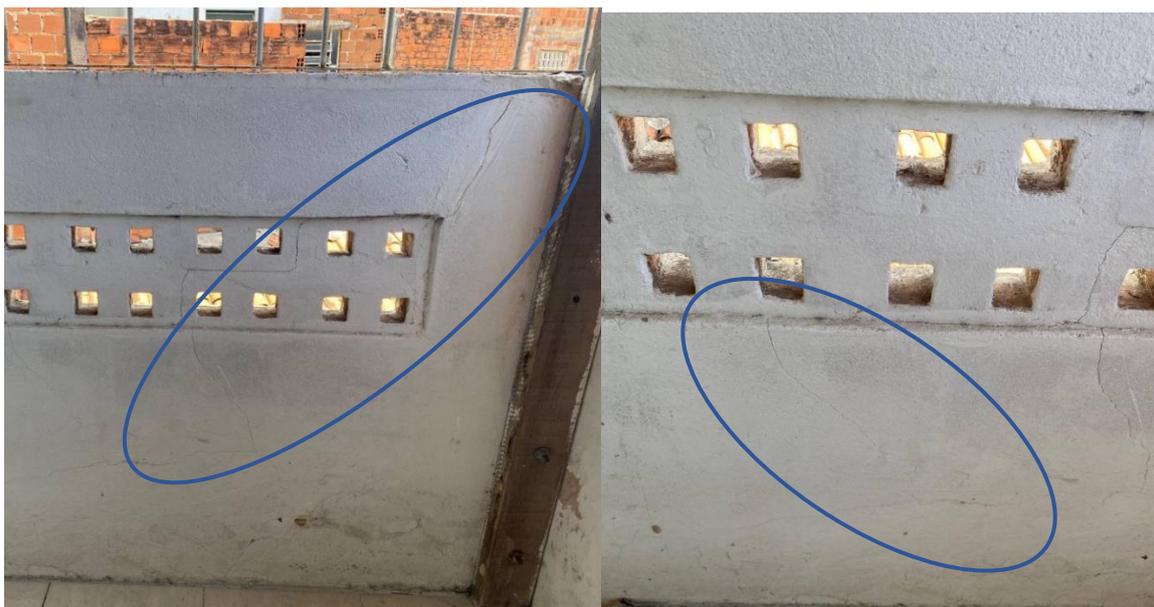
1. Na figura 54 tem-se a presença de fissuras diagonais partindo de esquadrias, logo, a causa provável para o aparecimento dessas fissuras se deve à ausência de vergas e contra-vergas no momento da execução de esquadrias. Esse elemento tem o objetivo de distribuir melhor as cargas e tensões nos vãos de portas e janelas.
2. A figura 55 também retrata uma fissura partindo de uma esquadria, que provavelmente tem a mesma causa citada no item 1. Vale destacar que como a parede abaixo da esquadria tem cobogós, percebe-se que a fissura inicia na diagonal e segue pelo caminho em que tem o encontro das peças do cobogó. Tendo em vista que essas aberturas promovem uma fragilidade em comparação a uma alvenaria sem aberturas, conclui-se que tal fragilidade é um fator para que as fissuras se direcionem para as aberturas.

Figura 54 - Fissuras diagonais em paredes da área externa



Fonte: Autora (2023)

Figura 55 – Fissuras inclinadas na varanda



Fonte: Autora (2023)

4.3.2.3 Fissuras – 3

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Sala e área externa;

Elemento construtivo: Paredes e laje;

Causa provável:

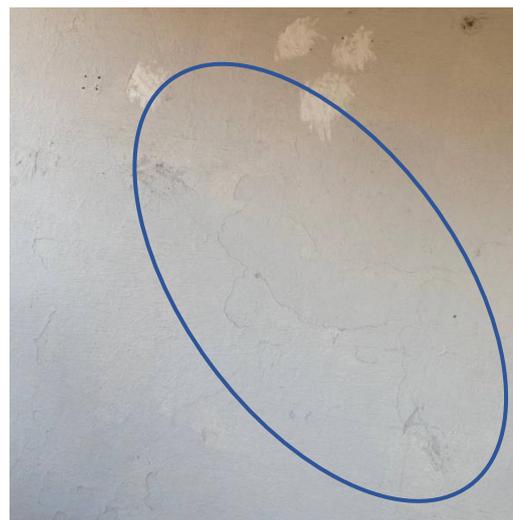
1. Na figura 56 vê-se uma fissura no teto, esta pode estar associada à possível sobrecarga do telhado, entretanto, como não se tem acesso ao telhado e nem à planta baixa de coberta é difícil chegar numa conclusão mais aproximada.
2. Já na figura 57, a fissura aparece em uma parede da parte externa do pavimento e não apresenta uma configuração padrão, podendo então estarem associadas à fissuração por retração, quando possivelmente tenha sido utilizada uma argamassa indevida no processo de revestimento da alvenaria.

Figura 56 – Fissura no teto - sala



Fonte: Autora (2023)

Figura 57 - Fissuras na parede – área externa



Fonte: Autora (2023)

4.3.2.4 Fissuras – 4

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Varanda;

Elemento construtivo: Pilar e parede;

Causa provável:

1. As fissuras apresentadas na figura 58 fazem parte dos pilares apresentados nas manifestações patológicas do pavimento térreo, no item 4.3.1.4. Logo, a figura 58 mostra o mesmo pilar apresentado na Figura 37, sendo que no pavimento superior. Diante disso, lembrando que este elemento foi construído depois de alguns anos do pavimento térreo, como já citado anteriormente, ele não foi planejado e calculado de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014). Sendo assim, as fissuras são ocasionadas pela falta de um dimensionamento para os elementos.
2. Além disso, existe um começo de desprendimento do concreto de cobertura, e já se consegue ver a armadura longitudinal, que está bem próxima à superfície, não apresentando o cobrimento mínimo estabelecido pela NBR 6118 (ABNT, 2014), que é de 4 cm. Dessa forma, a armadura não tem uma camada protetora suficiente para resistir às ações externas.

Figura 58 - Fissuras no pilar e parede - varanda



Fonte: Autora (2023)

4.3.2.5 Manchas

Classificação do problema: Falha e anomalia;

Ambientes: Varanda, sala e cozinha;

Elemento construtivo: Paredes, piso e cobertura.

Causa provável:

1. Nas figuras 59 e 60 tem-se a ação da umidade no piso e parede, observa-se uma umidade por infiltração e decorrente de intempéries. Uma possível causa pode ser a infiltração de algum elemento na laje, como também a água proveniente da chuva.
2. Além disso, como já foi retratado, não se sabe se já foram feitos processos de impermeabilizações nos elementos construtivos, porém pelos registros nota-se a ausência da impermeabilização.
3. Já nas figuras 61, 62, 63 e 64, tem-se manchas de umidade no teto. Mesmo não tendo acesso à cobertura, foi retratado pelos moradores que há cerca de 2 anos a residência foi afetada por um problema na cobertura em um período de fortes chuvas, sendo assim, algumas telhas se movimentaram possibilitando a penetração direta da chuva no elemento de coberta.

Figura 59 - Manchas de umidade por capilaridade



Fonte: Autora (2023)

Figura 60 - Manchas de umidade por capilaridade



Fonte: Autora (2023)

Figura 61 - Manchas de umidade no teto



Fonte: Autora (2023)

Figura 62 - Manchas de umidade no teto



Fonte: Autora (2023)

Figura 63 - Manchas de umidade no teto e parede



Fonte: Autora (2023)

Figura 64 - Manchas de umidade no teto e parede



Fonte: Autora (2023)

4.3.2.6 Descolamento de revestimento cerâmico

Classificação do problema: Falha;

Ambientes: Sala;

Elemento construtivo: Piso;

Causa provável:

1. Na figura 65 observa-se o descolamento de algumas placas de revestimento, isso pode acontecer porque o piso pode não ter tido a preparação adequada para receber o revestimento, como exemplo: a limpeza do substrato e do revestimento antes da aplicação. Outro fator é a utilização do tipo de argamassa colante inadequado para a situação. Além disso, sabe-se que mesmo não sendo visível nessas fotos, a residência sofre pela ação da umidade que também diminui essa aderência.
2. Não se pode descartar uma possível movimentação da estrutura da residência, em específico das lajes e vigas, até mesmo pela quantidade de fissuras que partem da laje no pavimento térreo nesses mesmos ambientes. Tal movimentação pode estar contribuindo para que essa aderência entre substrato e revestimento esteja diminuindo.

Figura 65 – Descolamento do revestimento cerâmico



Fonte: Autora (2023)

5 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS GUT E GDE

De acordo com as análises das manifestações, para cada residência foram aplicados os métodos propostos por esse trabalho: GUT e GDE. A seguir, serão apresentados os resultados por residência.

5.1 Método GUT

Com o objetivo de trazer uma priorização de ações, o método GUT é um aliado ao estudo de manifestações patológicas. Como já foi citado anteriormente nesse trabalho, o método é indicado pela Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012). Sendo assim, após as análises de cada manifestação patológica, foram analisados os parâmetros de: gravidade, urgência e tendência. Para cada parâmetro utilizado foi atribuído uma nota de 1 a 5, e no fim feita a sua multiplicação.

Diante disso, foi produzida a Tabela 4, a qual apresenta a aplicação do método GUT para a residência 1.

Tabela 4 - Aplicação do método GUT para residência 1

RESIDÊNCIA 1					
Manifestação Patológica	Ambiente	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Umidade	Salas, quartos e área externos	4	4	4	64
Eflorescência	Salas	1	2	2	4
Deslocamento de concreto	Área externa	5	5	5	125
Fissuras - 1	Salas	2	2	3	12
Fissuras - 2	Áreas externas e hall	3	3	3	27
Fissuras -3	Área externa	5	5	5	125
Fissuras - 4	Área externa	3	3	3	27
Descascamento da pintura	Quartos, sala, muro e área externa	1	2	3	6
Bolor	Área externa e muros	2	2	3	12

Fonte: Autora (2023)

Logo, a partir da análise pelo método GUT, percebe-se que a residência 1 possui maiores problemas relacionado a elementos estruturais e a umidade. Tendo em vista que, nas linhas “deslocamento de concreto” e “fissuras-3” as manifestações acontecem nos mesmos elementos, como pode ser visto nos itens 4.2.3 e 4.2.6, associado ao fato de que os valores

obtidos foram os limites, conclui-se que essas manifestações devem ser tratadas com maior prioridade.

No que diz respeito à umidade, a manifestação também tem uma nota em destaque na matriz. Além disso, vale lembrar que a umidade está presente em quase todos os cômodos da residência, sendo claramente um problema generalizado da própria.

Após a análise da primeira residência, foi utilizado o mesmo método para a residência 2. Como a residência tem dois pavimentos, a análise foi realizada individualmente para cada um, com o objetivo de facilitar os resultados, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5 - Aplicação do método GUT para residência 2

RESIDÊNCIA 2					
Manifestação Patológica	Ambiente	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Pavimento Térreo					
Fissuras - 1	Área externa e garagem	3	3	3	27
Fissuras - 2	Sala de estar	2	2	2	8
Fissuras - 3	Sala de estar	4	4	4	64
Fissuras - 4	Área externa	5	5	5	125
Fissuras - 5	Área externa e cozinha	3	3	3	27
Manchas - 1	Área externa	1	2	2	4
Manchas - 2	Área externa	3	4	3	36
Manchas - 3	Área externa	3	3	3	27
Bolor	Área externa	2	2	3	12
Descascamento de pintura	Sala e área externa	1	2	3	6
Corrosão e deslocamento de concreto	Área externa	5	5	4	100
Pavimento Superior					
Fissuras - 1	Varanda	3	4	4	48
Fissuras - 2	Área externa e varanda	2	2	2	8
Fissuras - 3	Sala e área externa	2	2	2	8
Fissuras - 4	Varanda	5	5	5	125
Manchas	Varanda, sala e cozinha	4	4	4	64
Descolamento de revestimento cerâmico	Sala	3	3	2	18

Fonte: Autora (2023)

A partir da análise do método GUT realizado, conclui-se que a residência 2 deve priorizar as fissuras em elementos estruturais. O método traz uma concordância com a análise feita a partir dos registros fotográficos, em específico nos pilares e vigas que estão na área

externa posterior da residência, apresentados no item 4.3.1.4. Vale ressaltar que estes já foram uma prioridade para os proprietários, quando se foi feito um reforço nos elementos, porém, se faz necessário uma nova e imediata intervenção.

5.2 Método GDE

No método GDE, é avaliado o grau de deterioração da estrutura. Sendo assim, a priori foram analisados para cada família de elemento o fator de ponderação (Fp), fator de intensidade (Fi) e o grau de dano (D). Vale destacar que em uma família pode-se ter mais de uma manifestação patológica.

Após a análise individual foi feita uma análise cruzada do fator de relevância estrutural (Fr) e do grau do dano da família (Gdf), com isso, foi feito um somatório que resulta no Grau de dano da estrutura (Gd).

Para a residência 1, nas Tabela 6, 7 e 8 tem-se a análise individual das famílias, e na Tabela 9, a análise do grau de dano da estrutura.

Tabela 6 - Aplicação do GDE para pilar tipo 1

Classificação de Família	Pilares	Tipo 1	
Dano	Fp	Fi	D
Fissura	10	4	100
Segregação	6	4	9,6
Infiltração na base	6	3	7,2
Carbonatação	7	3	8,4
		Gde	112,6

Fonte: Autora (2023)

Tabela 7- Aplicação do GDE para pilar tipo 2

Classificação de Família	Pilares	Tipo 2	
Dano	Fp	Fi	D
Fissura	10	4	100
Infiltração na base	6	3	7,2
		Gde	107,2

Fonte: Autora (2023)

Tabela 8 - Aplicação do GDE para os blocos

Classificação de Família	Blocos		
	Fp	Fi	D
Dano			
Fissura	10	3	40
Eflorescência	5	2	4
Infiltração na base	6	4	100
		Gde	144

Fonte: Autora (2023)

Tabela 9 – Classificação do Grau do dano da estrutura

Família de elementos	Gdf	Fr	Gdf X Fr
Pilar tipo 1	28,15	5	140,75
Pilar tipo 2	53,6	5	268
Blocos	48	1	48
	Total	11	456,75
		Gd	41,52

Fonte: Autora (2023)

Diante das análises feita pelo método, obteve-se um Grau de Deterioração da estrutura da residência 1 com $Gd = 41,52$, logo, de acordo com o Quadro 4 apresentado no referencial teórico, a edificação se encontra em um **nível de deterioração alto**, e segundo o método é necessário fazer intervenção periódicas a curto prazo.

Sendo assim, nota-se que para a residência 1 o método GDE complementa o método GUT, já que o método GUT apresentou uma gravidade e priorização maior em relação as manifestações patológicas dos elementos estruturais da edificação.

Partindo para a residência 2, a análise segue o mesmo passo a passo supracitado para a residência 1. Sendo nas Tabelas 10, 11, 12 e 13, a avaliação das famílias de vigas, pilares, laje e blocos de forma individual e na Tabela 14, a avaliação geral do grau de deterioração da estrutura.

Tabela 10- Aplicação do GDE para vigas

Classificação de Família	Vigas		
	Fp	Fi	D
Dano			
Fissura	10	4	100
Infiltração	6	3	7,2
Mancha	5	3	6
		Gde	106,6

Fonte: Autora (2023)

Tabela 11- Aplicação do GDE para pilares

Classificação de Família	Pilares		
Dano	Fp	Fi	D
Fissura	10	4	100
Cobrimento deficiente	6	3	7,2
Mancha	5	3	6
		Gde	106,6

Fonte: Autora (2023)

Tabela 12- Aplicação do GDE para lajes

Classificação de Família	Lajes		
Dano	Fp	Fi	D
Fissura	10	4	100
Cobrimento Deficiente	6	3	7,2
Mancha de corrosão	7	3	8,4
Mancha	5	2	4
Infiltração	6	3	7,2
		Gde	106,7

Fonte: Autora (2023)

Tabela 13- Aplicação do GDE para blocos

Classificação de Família	Blocos		
Dano	Fp	Fi	D
Fissura	10	4	100
Mancha	5	2	4
Infiltração na base	6	2	4,8
		Gde	104,4

Fonte: Autora (2023)

Tabela 14 - Classificação do Grau do dano da estrutura

Família de elementos	Gdf	Fr	Gdf X Fr
Viga	35,53	5	177,66
Pilares	35,53	5	177,66
Lajes	21,34	5	106,7
Blocos	34,8	4	139,2
Total		19	601,2333
		Gd	31,64

Fonte: Autora (2023)

Diante das análises feita pelo método, obteve-se um Grau de Deterioração da estrutura da residência 2 com $Gd = 31,64$, logo, de acordo com o Quadro 4 apresentado no referencial

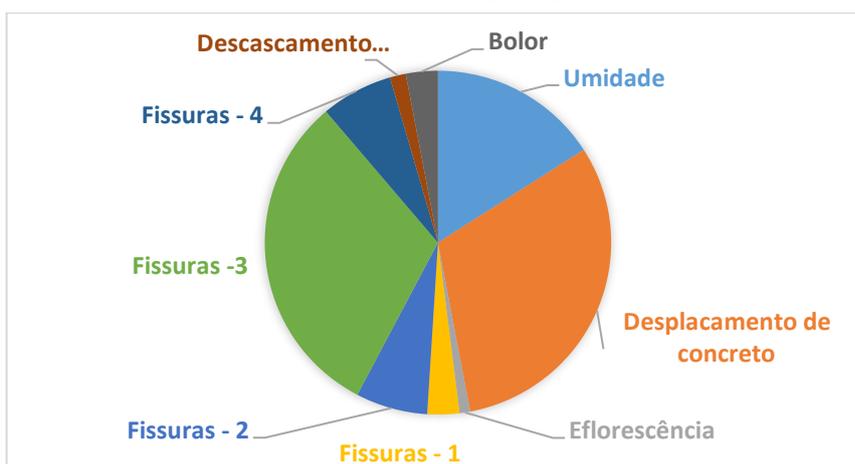
teórico, a edificação se encontra em um **nível de deterioração médio**, e segundo o método é necessário fazer observações periódicas e intervenções a médio prazo.

Sendo assim, nota-se que para a residência 2 o método GDE pode não corresponder com os registros visuais, tendo em vista que alguns elementos estruturais estão bastante comprometidos, como pilares e vigas da área externa, além das fissuras causadas por sobrecarga estrutural, e que foram mostrados como prioridade na análise do método GUT. Entretanto, vale ressaltar que não foram feitos ensaios e testes nesses elementos, para se ter resultados experimentais que poderiam ajudar a comprovar a validade ou não do método GDE para esse caso.

5.3 Comparação entre os métodos GUT e GDE

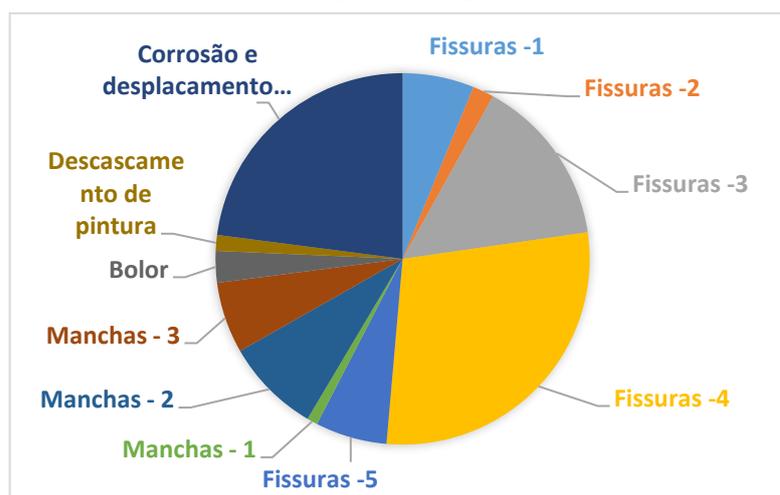
A partir das análises feitas, foram produzidos alguns gráficos. Nas figuras 66, 67 e 68 tem-se uma visão geral das manifestações patológicas das residências, e sua proporção em relação ao resultado final obtido pelo método GUT, sendo a figura 66 para a residência 1 e as figuras 67 e 68 para residência 2, sendo divididas em pavimento térreo e superior.

Figura 66 – Relevância das manifestações patológicas pelo método GUT da residência 1



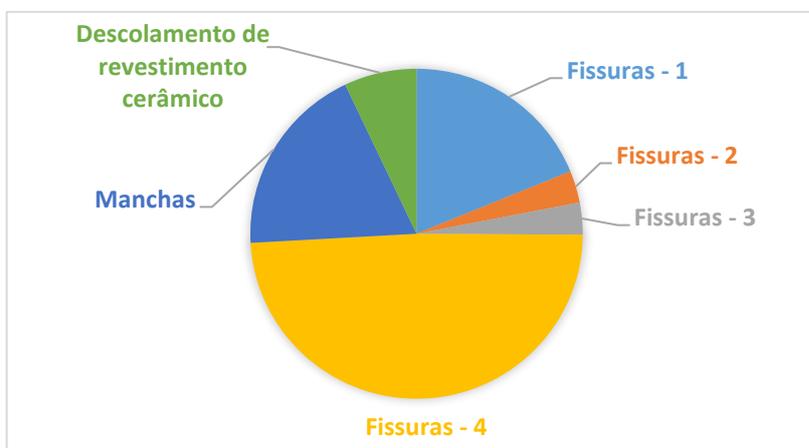
Fonte: Autora (2023)

Figura 67-Relevância das manifestações patológicas pelo método GUT da residência 2 - térreo



Fonte: Autora (2023)

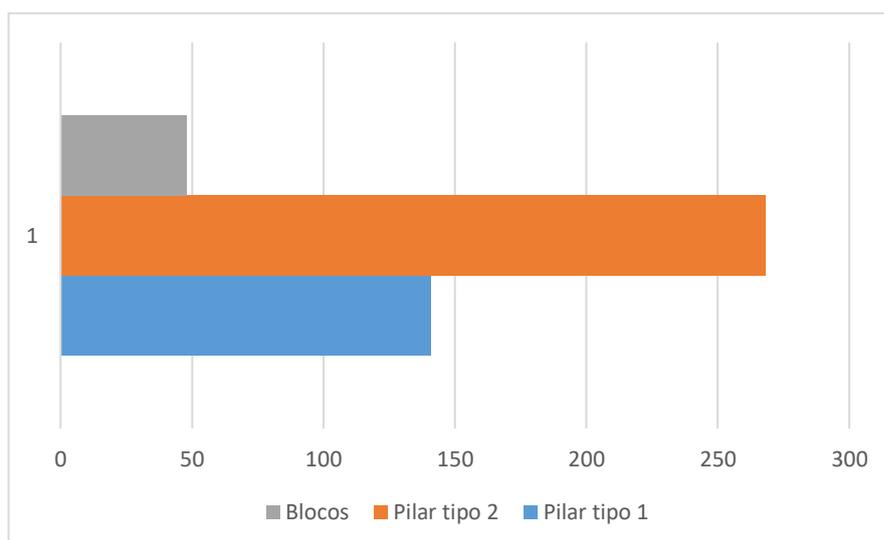
Figura 68 - Relevância das manifestações patológicas pelo método GUT da residência 2 - superior



Fonte: Autora (2023)

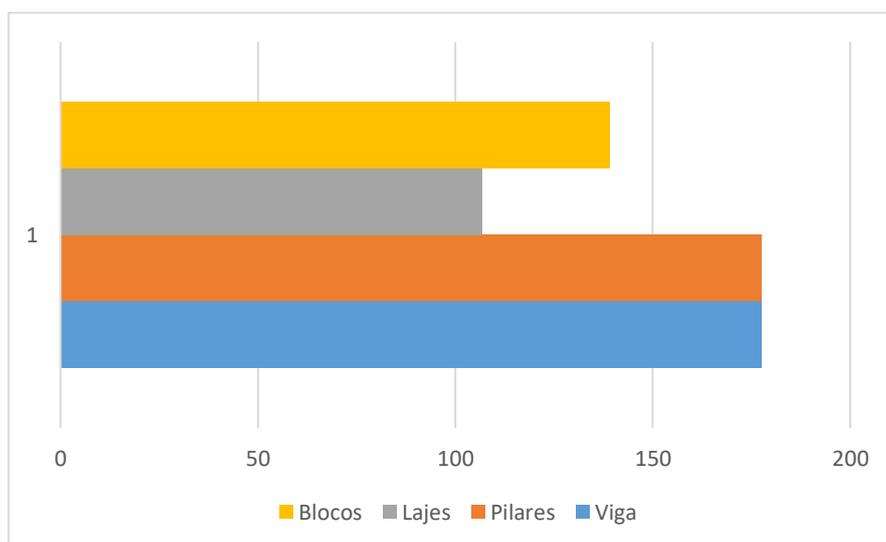
Da mesma forma, foram obtidos os gráficos pelo método GDE, que serão apresentados nas figuras 69, 70 para as residências, sendo a figura 69 para a residência 1 e a figura 70 para residência 2, dessa vez sendo analisada de forma unificada para os dois pavimentos. A figura mostra um comparativo entre a relação de grau de deterioração de uma família *versus* o fator de relevância estrutural. Cada barra da figura representa um tipo de família que foi analisada para aquela edificação. Logo, se faz um comparativo de qual família apresenta uma maior relevância em torno do grau de deterioração da estrutura.

Figura 69 – Relação família X Gfd X Fr – Residência 1



Fonte: Autora (2023)

Figura 70 Relação família X Gfd X Fr – Residência 2



Fonte: Autora (2023)

Diante das figuras apresentadas, conclui-se que o método GUT apresentou como priorização as manifestações mais críticas, de acordo com os registros visuais, para ambas as residências. Além disso, o método se mostrou de fácil utilização, pelo fato de ter poucos critérios a serem julgados, e trouxe um resultado de simples entendimento para quem é leigo.

Entretanto, vale ressaltar que a atribuição de notas conforme os parâmetros do método, deixa uma lacuna em relação à subjetividade ao julgar-se, por exemplo, a diferença entre algo grave e muito grave. Diante disso, seria interessante estabelecer parâmetros de

acompanhamento das manifestações patológicas, que se correlacionem com as colunas de gravidade, urgência e tendência.

Por sua vez, o GDE já tem uma forma de análise mais robusta, com uma quantidade maior de critérios e correlações a serem feitas. O método tem como objetivo apresentar o grau de deterioração da estrutura, porém apresenta algumas limitações quando se está julgando os fatores propostos. Em contrapartida, o método GDE traz quadros para facilitar a atribuição das notas para cada parâmetro, sendo mais objetivo que o GUT.

Ademais, quando se avalia os métodos juntos percebe-se que eles se complementam de maneira que o GUT traz de forma simples, prática e rápida uma visualização objetiva de onde o proprietário deve agir primeiro e os próximos passos para reformas e/ou manutenções. O método GDE traz uma conclusão a respeito da estrutura, que é uma preocupação latente do proprietário. Nenhum dos métodos substitui o outro, mas se interligam para resultados e análises mais assertivas a respeito da análise de manifestações patológicas em edificações.

6 CONCLUSÃO

Em suma, este trabalho teve como objetivo a aplicação dos métodos GUT e GDE para a análise de manifestações patológicas em duas edificações residenciais. Para isso foi feita uma análise das edificações, tanto da parte histórica quanto do seu entorno. Em seguida, durante as visitas às residências, foram feitos registros fotográficos das manifestações patológicas encontradas, para que cada uma delas pudesse ser analisada de forma individual. Diante das análises obtidas, os métodos propostos foram aplicados e assim retiradas as considerações para o trabalho em questão.

Os resultados encontrados após as análises das manifestações patológicas mostram que ambas as residências possuem uma porcentagem significativa de fissuras dentre as manifestações no geral. Além disso, o fato de ambas não possuírem projetos para as edificações e ausência do profissional da engenharia na construção e acompanhamento da obra, maximiza o aparecimento de manifestações patológicas. Isso mostra a importância dos projetos para o planejamento e conseqüentemente sucesso de uma construção, tanto quanto de se ter o devido acompanhamento profissional durante a fase de execução, tanto para evitar problemas futuros quanto para resolvê-los com mais eficiência caso apareçam ao longo do tempo.

A residência 1 tem como centro de causa de manifestações patológicas a umidade ascendente, esse problema acompanha a maioria das paredes da edificação. Já a residência 2 tem como principal fator gerador dos problemas a sobrecarga estrutural, isso se torna mais agravante pelo fato de a edificação ter dois pavimentos.

Além disso, é possível concluir que o método GUT e o método GDE são complementares entre si, pois oferecem abordagens distintas e igualmente importantes para a tomada de decisão em relação a reformas e/ou manutenções. Enquanto o GUT permite uma visualização objetiva e rápida das áreas que requerem atenção imediata, o GDE fornece uma avaliação mais abrangente da estrutura, que é uma preocupação fundamental do proprietário.

Como consideração para os futuros trabalhos, sugere-se uma revisão bibliográfica mais profunda do método GDE, a fim de analisar os critérios propostos pelos autores, e reconsiderar as formas de avaliação, já que o método foi desenvolvido há mais de 25 anos. Com isso, pode-se ter uma maior agilidade na utilização do método, além de também ter um resultado mais preciso ao que se propõe.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747**: Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações - Procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização – seleção e projeto. Rio de Janeiro, ABNT, 2010.
- BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo Roberto Lago. **Patologia das Estruturas**, 2019.
- CASTRO, Eliane Kraus de. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado**. 1994. Dissertação de Mestrado em Estruturas – Universidade de Brasília. 139p.
- CAVALCANTE, Ramon Bandeira. **Estudo e Prevenção de manifestações patológicas em construções no campus A.C. Simões**. 2013. Monografia - Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Alagoas. 72p.
- DAYCHOUM, Merhi. **40+8 Ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro, 2012
- edificações – procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1999.
- FERREIRA, Guilherme Henrique. **Fissuras em edificações de concreto armado: revisão e estudo de caso**. Monografia - Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Ouro Preto. 2020. 82p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, IBAPE, 2012. Disponível em: < <https://ibape-sp.org.br/normas.php>>. Acesso em: 29 de março de 2023.
- MACEIÓ. **Lei nº 6145** – Manutenção preventiva e periódica das edificações e equipamentos públicos ou privados, no âmbito do município de Maceió e dá outras providências. 01 de junho de 2012.
- MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**, 2010.
- MENEZES, R.R; FERREIRA, H.S; NEVES, G.A; FERREIRA, H.C. **Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção**. Artigo – Universidade Federal de Campina Grande. 2006. 13p
- NICACIO, Adriana. **Construção Civil: atividade e emprego crescem em ritmo elevado**. 2022. Disponível em:

<<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/construcao-civil-atividade-e-emprego-crescem-em-ritmo-elevado/>> Acesso em: 18 maio de 2023.

OLIVEIRA, A. M. D. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 96. 2012.

PAULA, D. S.; COSTA, J. Q.; JUCÁ, T. R. P. **Análise das Metodologias para a Classificação e Priorização de Solução de Manifestações Patológicas**. 2020. Artigo – Universidade Católica de Goiás. 12p.

RIBEIRO, Victor Araújo dos Santos. **Análise de manifestações patológicas em uma escola na cidade de Natal-RN através da matriz GUT de priorização**. Artigo – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 20p.

RIPPER, Vicente Custódio Moreira de Souza Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo, 2009.

SANTOS, Manuéli Suêni da Costa; NUNES, Allan Caetano Lucena; NASCIMENTO, Carlos Fernando Gomes; SILVA, Cristiane Santana da; SILVA, Thaís Marques; MONTEIRO, Eliana Cristina Barreto. **Método GUT para priorização na resolução das manifestações patológicas em edifícios residenciais na orla de Boa Viagem**. 2019. Artigo – 4º Simpósio paranaense de patologia das construções.

SARMENTO, Ítalo Bittencourt. **Análise de manifestações patológicas: Estudo de caso da estrutura da Rodoferroviária de Brasília**. 2019. TCC – UniCEUB – Centro Universitário de Brasília. 62p.

SILVA, Cícero Vasconcelos da Silva. **Análise de manifestações patológicas da ponte sobre a laguna de Roteiro-AL**. 2017. Monografia - Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Alagoas. 81p.

SOARES, F. F. **A importância de impermeabilização em obras de construção civil**. Monografia - Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2014. 62 p.

SOUZA, Jefesson; FILHO, Emanuel; MIRANDA, Heloisa. **Patologias da Construção Civil**. 2022. Artigo – Faculdade AGES. 16p.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA ANAMNESE

Formulário para anamnese enviado para os proprietários das residências.

- 1 - Quanto tempo em média tem a edificação? (caso saiba o ano/mês exato pode colocar)
- 2 - Foi utilizado algum projeto para auxiliar na construção? Se sim, quais? Ex: arquitetônico, elétrico, hidrossanitário.
- 3 - Sobre a parte estrutural da edificação, quais elementos estruturais foram utilizados? Ex: vigas, pilares, laje nervurada, alvenaria estrutural.
- 4 - No período de construção, existia algum profissional no acompanhamento? Se sim, qual? Ex: engenheiro/a civil, arquiteto/a, mestre de obras, pedreiro.
- 5- Sobre a fundação da edificação. Qual tipo foi utilizado? Ex: sapata, radier, estacas, blocos, cinta de amarração.
- 6 – Você tem alguma informação sobre o tipo de solo do terreno?
- 7- Foi feito algum processo de impermeabilização na edificação? Em que parte? Ex: coberta, fundação, paredes.
- 8- A edificação passou por alguma grande reforma? Se sim, qual foram as maiores modificações?
- 9 - Existe alguma frequência de manutenções na edificação? Ex: todo final de ano, a cada dois anos, quando o problema aparece...
- 10 - Quais são os principais problemas que existem hoje, ou que já existiram na edificação? Ex: fissuras, infiltração, problema na fiação ou encanação, descascamento de pintura, problemas estruturais. Quanto mais detalhes, melhor!
- 11- Tem alguma informação que não foi solicitada e que você acha que poderia ser útil?

ANEXO A – FATOR DE PONDERAÇÃO DO DANO (MÉTODO GDE)

VIGA	
Danos	Fp
Segregação	4
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Flechas	10
Fissuras	10
Carbonatação	7
Infiltração	6
Presença de cloretos	10
Manchas	5

LAJE	
Danos	Fp
Segregação	5
Lixiviação	3
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Flechas	10
Fissuras	10
Carbonatação	7
Infiltração	6
Presença de cloretos	10
Manchas	5

CORTINAS	
Danos	Fp
Sinais de esmagamento	10
Desvio de geometria	6
Infiltração	6
Segregação	5
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Desloc. por empuxo	10
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Fissuras	10
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10
Manchas	5

ESCADAS/RAMPAS	
Danos	Fp
Segregação	4
Lixiviação	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Flechas	10
Fissuras	10
Carbonatação	7
Infiltração	6
Presença de cloretos	10
Manchas	5

JUNTAS DE DILATAÇÃO	
Danos	Fp
Infiltração	10
Fissura vizinha à junta	10
Junta obstruída	8

BLOCO	
Danos	Fp
Recalque	10
Infiltração na base	6
Segregação	6
Eflorescência	5
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Fissuras	10
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10

RESER. SUPERIOR E INFERIOR	
Danos	Fp
Imperm. danificada	8
vazamento	10
Segregação	5
Lixiviação	7
Esfoliação	10
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	7
Manchas de corrosão	9
Fissuras	10
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10

ELEMEN. DE COMP. ARQUITET.	
Danos	Fp
Ligação à estrutura	10
Segregação	4
Eflorescência	4
Esfoliação	8
Desagregação	7
Cobrimento deficiente	6
Manchas de corrosão	7
Fissuras	8
Carbonatação	7
Presença de cloretos	10