



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR – PAU DOS FERROS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

ERIKA RAIANNY MAGALHÃES BESSA

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO HOSPITAL E
MATERNIDADE SANTA RITA- ALTO SANTO-CE**

**PAU DOS FERROS
2019**

ERIKA RAIANNY MAGALHÃES BESSA

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO HOSPITAL E
MATERNIDADE SANTA RITA- ALTO SANTO-CE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro Multidisciplinar – Pau dos Ferros para a obtenção do título Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof^o. Esp. Carlos Vinicius Damacena Bessa – UFERSA.

PAU DOS FERROS – RN
2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

B557a Bessa, Erika Raianny Magalhães.
ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO
HOSPITAL E MATERNIDADE SANTA RITA- ALTO SANTO-CE
/ Erika Raianny Magalhães Bessa. - 2019.
68 f. : il.

Orientador: Carlos Vinicius Damaceno Bessa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Patologia. 2. Umidade. 3. Fissuras. 4.
Eflorescência. 5. Concreto Armado. I. Bessa,
Carlos Vinicius Damaceno , orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ERIKA RAIANNY MAGALHÃES BESSA

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO HOSPITAL E
MATERNIDADE SANTA RITA- ALTO SANTO-CE**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro Multidisciplinar – Pau dos Ferros para a obtenção do título Bacharel em Engenharia Civil.

APROVADA EM: 22/03/2019

BANCA EXAMINADORA

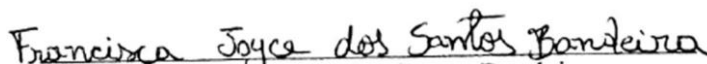
BANCA EXAMINADORA



Carlos Vinícius Damascena Bessa
Presidente



Jennef Carlos Tavares
Membro Examinador



Francisca Joyce dos Santos Bandeira
Membro Examinador

Dedico este trabalho aos meus pais, Ricardo Hellery Bezerra Bessa, Maria Edsonir Magalhães Bessaa e minha avó Herbene Bezerra que sempre confiaram e acreditaram nessa vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado coragem e força para enfrentar os percalços da vida acadêmica e conseguir conquistar mais essa etapa.

Sou extremamente grata aos meus pais: Ricardo e Edsonir, e avós: Herbene e Alzenito que foram os maiores incentivadores durante toda minha vida de estudante e os que mais acreditaram em mim.

Agradeço a UFERSA e todos os meus professores, por ter me proporcionado tanto conhecimento ao longo desses cinco anos.

Ao meu orientador Professor Carlos Vinicius Damacena Bessa – UFERSA, por sua paciência, seus ensinamentos, por todo seu empenho e compromisso para concluir esse trabalho.

Agradeço aos meus amigos e colegas da UFERSA com quem compartilhei não apenas momentos de alegria, mas também se fizeram presentes nos momentos difíceis dessa etapa árdua e que foram essenciais para chegar até aqui.

Sou grata a Prefeitura de Alto Santo – CE, por me dar acesso e disponibilizar o Hospital e Maternidade para o estudo e ensaios necessários.

A todos os familiares e amigos pelo apoio que encontrei nos momentos difíceis.

Por fim, agradeço a todos os envolvidos que junto comigo tornaram possível a realização de um sonho.

RESUMO

No Brasil, as edificações de concreto armado ganham cada vez mais espaço nas especificações de pesquisas e projetos. Isso tem como fator principal, problemas que devem ser evitados para que se preserve a vida útil das edificações, como por exemplo, as incidências de manifestações patológicas. O trabalho visou analisar essas manifestações em um hospital público em grave estado de deterioração, problematizando essa, que incide na população do município grande preocupação com uso e ocupação do prédio. Essa problemática pode ter sua incidência primária nas fases de projeto, execução ou manutenção, o que justifica cada vez mais a relevância da pesquisa. Desta forma, este trabalho sintetiza parâmetros de extrema importância no estudo da Patologia das edificações, deixando em evidência principais problemas que essas incidências podem acarretar. A partir disso foi realizado um estudo de caso no Hospital e Maternidade Santa Rita na cidade de Alto Santo/CE, incluindo a realização de ensaios e a aplicação do método de análise da matriz GUT. A metodologia adotada se deu inicialmente através de um levantamento de pesquisa bibliográfica para estudo do problema em si e de inspeção visual para a obtenção do diagnóstico da manifestação. Os resultados revelaram altos índices de manifestação com causas por umidade, além de ter um grande problema estrutural localizado nos pilares do Hall de acesso e algumas fissuras geométricas e mapeadas. Após aplicação da Matriz GUT viu-se que as fissuras nas estruturas de concreto apresentam criticidade alta. Desse modo, concluiu-se que a segurança do hospital pode estar comprometida devido as estruturas de concreto apresentarem um grave índice crítico. Constatou-se também os vários problemas causados pela umidade no prédio, que causam nos usuários sentimentos de repulsa por exemplo. Por fim, conclui-se também a necessidade de mais estudos com ensaios que comprovem o verdadeiro diagnóstico dos elementos.

Palavras-chave: Patologia. Umidade. Fissuras. Eflorescência. Concreto Armado.

ABSTRACT

In Brazil, reinforced concrete buildings gain more and more space in research and design specifications. This has as its main factor, problems that must be avoided in order to preserve the useful life of buildings, such as the incidence of pathological manifestations. The work aimed at analyzing these manifestations in a public hospital in a serious state of deterioration, problematization, which affects the population of the municipality great concern with the use and occupation of the building. This problem can have its primary incidence in the phases of design, execution or maintenance, which increasingly justifies the relevance of the research. In this way, this work synthesizes parameters of extreme importance in the study of the Pathology of the buildings, leaving in evidence the main problems that these incidents can entail. From this, a case study was carried out at Hospital and Maternidade Santa Rita in the city of Alto Santo / CE, including the execution of tests and the application of the GUT matrix analysis method. The methodology adopted was initially through a survey of bibliographical research to study the problem itself and visual inspection to obtain the diagnosis of the manifestation. The results revealed high indexes of manifestation with causes due to humidity, besides having a great structural problem located in the pillars of the access Hall and some geometric and mapped cracks. After application of the GUT Matrix we saw that the cracks in the concrete structures show high criticality. Thus, it was concluded that hospital safety may be compromised because concrete structures present a critical critical index. We also noticed the various problems caused by humidity in the building, which cause users feelings of repulsion for example. Finally, it is also concluded the need for further studies with tests that prove the true diagnosis of the elements.

Keywords: Pathology; Moisture; Fissures; Efflorescence. Reinforced Concret.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Causas na fase de projeto	20
Tabela 2 - Causas das incidências na fase de execução	21
Tabela 3 - Principais sintomas de manifestações patológicas.	25
Tabela 4 - Causas das manifestações patológicas	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Incidências dos problemas patológicos pela origem e etapas de produção e uso das obras civis	18
Figura 2 – Incidência dos problemas patológicos pela origem a nível nacional.....	19
Figura 3 - Caracterização da pesquisa	40
Figura 4 – Imagem aérea do Hospital e Maternidade Santa Rita – Alto Santo-Ce	41
Figura 5 – Imagem da fachada do Hospital e Maternidade Santa Rita – Alto Santo-Ce.....	42
Figura 6- Procedimento da pesquisa	42
Figura 7- Fachada Externa	46
Figura 8- Pilar do corredor	46
Figura 9 - Enfermaria	47
Figura 10- Lavandeira	47
Figura 11 - Lavanderia.....	47
Figura 12- Rampa	48
Figura 13 - Leito	48
Figura 14 – Laje	48
Figura 15 - Planta Baixa do pavimento 01	49
Figura 16- Planta Baixa Térreo.....	50
Figura 17 - Pilar com Carbonatação detectada	52
Figura 18 – Detalhe do pilar.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros do método GUT.....	37
Quadro 2 – Critérios de Pontuação.	38
Quadro 3 – Simulação da Matriz GUT	39
Quadro 4 - Modelo de Matriz GUT	44
Quadro 5 – Matriz de diagnostico e definição de conduta de manifestações patológicas	46
Quadro 6 – Matriz GUT	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CO ₂	Dióxido de Carbono
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	13
1.2	IMPORTÂNCIA DO TEMA.....	13
1.3	JUSTIFICATIVA DO TRABALHO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	PATOLOGIA E MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS	15
2.2	DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES.....	16
2.3	ETAPAS DE OCORRENCIA DAS INCIDÊNCIAS PATOLÓGICAS.....	17
2.3.1	Fase de projeto.....	19
2.3.2	Fase de execução	21
2.3.3	Materiais	22
2.3.4	Na fase de manutenção	23
2.4	MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO	24
2.4.1	Sintomas	25
2.4.2	Mecanismos	26
2.4.3	Causa e Origem	27
2.4.4	Investigação Visual.....	28
2.4.5	Diagnostico e Prognostico	29
2.4.6	Tratamento.....	30
2.5	TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS	31
2.5.1	Corrosão das armadura de concreto armado	31
2.5.2	Carbonatação do Concreto.....	33
2.5.3	Mecanismos de desintegração do concreto	33
2.5.4	Efeitos Térmicos.....	34
2.5.5	Efeitos de Carregamento	36
2.6	METODO GUT	36
2.6.1	Parâmetros de Avaliação	37
2.6.2	Ordem de priorização	38
3	METODOLOGIA.....	40

3.1	CLASSIFICAÇÃO TIPOLOGICA DO ESTUDO DE CASO.....	40
3.2	LOCAL DO OBJETO DE ESTUDO	41
3.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	42
3.3.1	Levantamento de Subsídios	43
3.3.2	Diagnostico e Prognostico	43
3.3.3	Matriz Gut	44
3.4	MATERIAIS UTILIZADOS	44
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1	DIAGNÓSTICO E PROGNOSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS NO ESTUDO DE CASO	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

No Brasil ainda somos muito receosos quanto a inovação tecnológica no ramo da construção civil, deve-se a cultura do improvisado, o mito do tocador de obras e uma metodologia ultrapassada de tentativa e erro.

Helene e Andrade (2010), expõe que na história recentemente tem demonstrado que ainda é vantajoso pesquisar, projetar, dosar, construir, sempre procurando obter a melhor utilidade do concreto, esse versátil material de construção, explorando seu elevado desempenho e usando-o corretamente.

De acordo ainda com esses autores, a afirmação da busca por novas ferramentas, aperfeiçoamento de técnicas na área da construção civil foi primordial na última década, acresceu um conhecimento inovador e profissionais mais capacitados. Isso não se limitou apenas na fase de projeto e construção, mas também nos trouxe a solução para grande parte das doenças construtivas, ou seja, no estudo das manifestações patológicas.

Capello *et al.* (2010) frisou que a origem dos problemas patológicos pode ser decorrente de uma etapa do processo construtivo, ou de um conjunto de fatores, não apenas de uma falha isolada. Da mesma forma que as manifestações patológicas podem ocasionar danos arquitetônicos, estéticos, funcionais e estruturais. Realça ainda os danos que acarretam desde o desconforto, prejuízos financeiros, inclusive colocando vidas em risco.

De acordo com o previsto na Norma Brasileira 15575 - Edificações habitacionais — Desempenho (ABNT, 2013), uma obra tem vida útil de no mínimo 50 anos, entretanto segundo Antunes (2010), a negligência quanto a utilização de materiais de má qualidade, a falta de técnicas construtivas, visto que, várias etapas são executadas inadequadamente, omissão das especificações de projeto, bem como a cultura de não fazer a manutenção das edificações, são fatores determinantes para o surgimento das patologias.

Os edifícios hospitalares denotam uma complexidade de projeto e construtiva tendo em vista sua funcionalidade. Para manter a integridade e segurança da edificação, o controle da construção, do projeto e de manutenção são quesitos fundamentais, e estão diretamente ligados a manifestações patológicas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

- Analisar as manifestações patológicas no Hospital e Maternidade Santa Rita, Alto Santo-CE e suas ramificações. .

1.1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar as manifestações patológicas, identificando possíveis problemas estruturais, técnicos ou estéticos que ela pode apresentar;
- Aplicar ensaios que comprovem a interferência dessas manifestações na vida útil e durabilidade do hospital;
- Identificar a criticidade das incidências patológicas através da Matriz GUT;

1.2 IMPORTÂNCIA DO TEMA

A pesquisa na área de Patologia é de suma importância para o desenvolvimento e aperfeiçoamento da construção civil. Entretanto, diante da complexidade do diagnóstico que envolve diversos fatores, desde a região em que se situa a edificação, as características locais, ou mesmo pular etapas da execução, as mesmas em sua maioria dão origem as manifestações patológicas e a necessidade das possíveis correções.

Com isso as pesquisas quanto as incidências patológicas e o trabalho em questão são ferramentas de conhecimento indispensáveis que contribuem para atestar uma edificação segura, com conforto e vida útil longa.

Nesse estudo de caso, o Hospital e Maternidade Santa Rita que atende a população de Alto Santo- CE, se encontra em situação de deterioração, danificado e com manifestações patológicas relevantes que podem comprometer a saúde da população local. Tendo em vista a função de um hospital e a obrigatoriedade de esta ileso, com boas instalações, e condições para oferecer um atendimento digno e resguardado.

Esse trabalho tem por finalidade diagnosticar as manifestações patológicas no Hospital e Maternidade Santa Rita e a partir desses resultados buscar alternativas e solução para essas

manifestações patológicas, assim como contribuir em estudos futuros na área de patologias com diagnósticos pertinentes conforme as especificidades dos problemas.

1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Devido à má qualidade das obras de engenharia civil, a preocupação com as manifestações patológicas vem aumentando gradativamente, fazendo assim com que os engenheiros busquem avaliar e tratar os sintomas e causas das incidências patológicas.

Em prédios públicos, por exemplo, a estabilidade da edificação pode comprometer a vida das pessoas que utilizam de tais serviços, como também prejudicar o andamento da funcionalidade.

O estudo de caso com os diagnósticos, dos mais simples aos mais complexos, são todos de extrema importância, pois dele se identifica e descreve as doenças da edificação, as origens e as causas de fato responsáveis pelo problema patológico. Dessa forma, o prognóstico estabelece medidas de controle para minimizar a enfermidade, pois na maioria das vezes erradicar o problema é impossível.

Dentre as várias hipóteses para o acontecimento dos efeitos patológicos, pode-se citar os erros durante a fase de projeto, os erros executivos e a escolha errada do material, que podem também acontecer como fatores cruzados de tais falhas.

Assim a grande problemática dessa pesquisa é visualizar as condições impostas pelo ambiente e erros humanos que resultaram em diversas ocasiões de manifestações patológicas no Hospital e Maternidade Santa Rita, no município de Alto Santo-CE.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PATOLOGIA E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Os termos patologia e manifestações patológicas são empregados de forma errônea, segundo Silva et al. (2011), em que tanto os leigos quanto os técnicos comentem esse engano de empregar patologia, onde na verdade a designação correta seria manifestações patológicas.

Ainda para o autor, em termos apropriados, uma manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de degradação e a patologia é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica. Em função disso, fica claro que a patologia é um termo muito mais amplo do que manifestação patológica, uma vez que ela é a ciência que estuda e tenta explicar a ocorrência de tudo o que se relaciona com a degradação de uma edificação.

No caso da engenharia civil, patologia das construções é a parte da engenharia que analisa o desempenho insatisfatório de elementos que compõem uma edificação (CREMONINI, 1988).

Esse novo campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas (RIPPER; SOUZA; 1998).

A preocupação em estudar a patologia das edificações de acordo com Viera (2016) foi devido ao desgaste precoce das estruturas, por isso criou-se uma área dentro da engenharia voltada para entender cientificamente a origem, a causa, o comportamento e o tratamento para as anomalias e foi intitulada de Patologia das Edificações.

Ripper e Sousa (1998) conceituam as manifestações patológicas como as próprias anomalias encontradas nas construções que possam vir a danificar o desempenho do edifício e suas partes (subsistemas, elementos e componentes). Esses eventuais problemas podem ocorrer nas estruturas, na vedação, nos componentes de abastecimentos (dutos elétricos, hidráulicos, etc.), entre outros.

Salvo os casos correspondentes à ocorrência de catástrofes naturais, em que a violência das solicitações, aliada ao caráter marcadamente imprevisível das mesmas, será o fator preponderante, os problemas patológicos têm suas origens motivadas por falhas que ocorrem durante a realização de uma ou mais das atividades inerentes ao processo genérico a que se denomina de construção civil, processo este que pode ser dividido, em três etapas

básicas: concepção (planejamento / projeto / materiais), execução e utilização (OLIVEIRA, 2013).

Oliveira (2013) ainda complementa, ressaltando que as manifestações patológicas apresentam problemas visíveis com característica externas, e algumas raras exceções, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como se podem estimar suas prováveis consequências.

2.2 DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES

A associação destes dois conceitos é inevitável. Conhecidas ou estimadas, as características de deterioração do material concreto, e dos sistemas estruturais, entende-se como durabilidade o parâmetro que relaciona a aplicação destas características a uma determinada construção, individualizando-a pela avaliação da resposta que dará aos efeitos da agressividade ambiental, e definindo, então, a vida útil da mesma. (SOUZA E RIPPER 1998).

A Norma de Desempenho (NBR 15575), conforme Possan e Demoliner (2013), entrou em vigor no Brasil em 19 de junho de 2013 e tem por finalidade de manter o desempenho satisfatório das edificações habitacionais fundamentando-se em requisitos e critérios de desempenho expressos em normas técnicas brasileiras vigentes.

Os autores ainda definem que durabilidade corresponde as características dos materiais e/ou componentes, às condições de exposição e às condições de utilização impostas durante a vida útil da edificação. O fato é que a durabilidade está mais propícia a ser uma função relacionada com o desempenho dos materiais ou dos componentes da estrutura, quando expostos a certas condições ambientais do que uma propriedade intrínseca.

Diante do exposto na dissertação de Laner (2001), a ideia de durabilidade baseada nas concepções de Jonh apud Oliveira (1998), é que a resistência do material a degradação, e a correlação das propriedades de cada elemento, diante da agressividade do meio que está exposto a edificação e a magnitude de esforços atuantes, que são os fatores chaves para definir a taxa de degradação, e por sua vez a vida útil do material. Todavia que a durabilidade não pode ser associada a apenas um material isoladamente, mas se deve vincular a uma determinada situação, ou seja, material mais o meio a qual está inserido.

De acordo com Possan e Demoliner (2013) a ideia de durabilidade é conexa com a vida útil de uma estrutura, essa concepção é influenciada pelo bom desempenho das

edificações. Essa relação também foi citada por Mehta e Monteiro (2008) quando afirmou que uma vida útil longa é considerada sinônimo de durabilidade.

A NBR 15575 (2013), determina o conceito sucinto e simplificado de vida útil como uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes. Assim como Somerville (1987) afirma que vida útil de uma estrutura é o período mínimo no qual se espera que ela desempenhe as funções previstas, segundo suas finalidades específicas e condições ambientes, sem perdas significativas na sua capacidade de utilização e não requerendo custos elevados de manutenção e reparo.

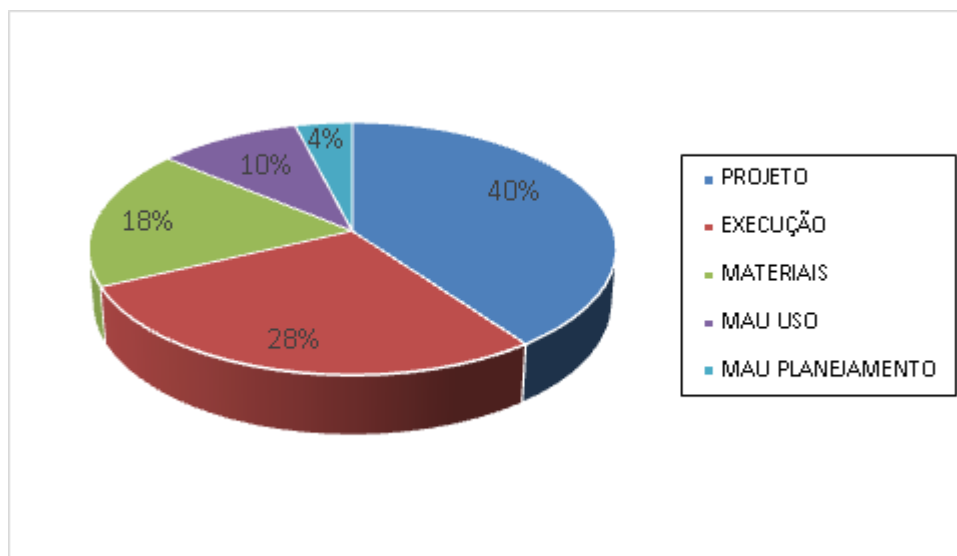
Durante sua vida útil as edificações estão sujeitas à ação de diversos agentes que contribuem para a diminuição de sua resistência. Dessa forma, quando a estrutura de uma edificação apresentava uma queda em seu desempenho, era comum a execução de um reparo que devolvia, ou buscava devolver, esta estrutura à sua condição e resistência original. Esta recuperação era realizada sem o estudo dos motivos que levaram a esta diminuição no desempenho da estrutura e, portanto a solução não tinha como objetivo a correção definitiva do problema. (ROCHA, 2015).

2.3 ETAPAS DE OCORRÊNCIA DAS INCIDÊNCIAS PATOLÓGICAS

A durabilidade de uma obra em concreto armado é fruto de um trabalho coordenado entre várias etapas, sendo elas: concepção e projeto da estrutura, escolha dos materiais que serão utilizados, execução das estruturas, utilização e manutenções preventivas. Isoladamente, cada uma dessas etapas desempenha um papel de elevada importância no que se refere à durabilidade da estrutura, podendo a deficiência de uma delas influenciar negativamente na durabilidade das estruturas de concreto (ANGELO, 2004).

De acordo com *Grunau et al.* (1981), conforme apresentado em Verçosa (1991 apud Fortes, 1994), as manifestações patológicas podem ser atribuídas as origens apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Incidências dos problemas patológicos pela origem e etapas de produção e uso das obras civis

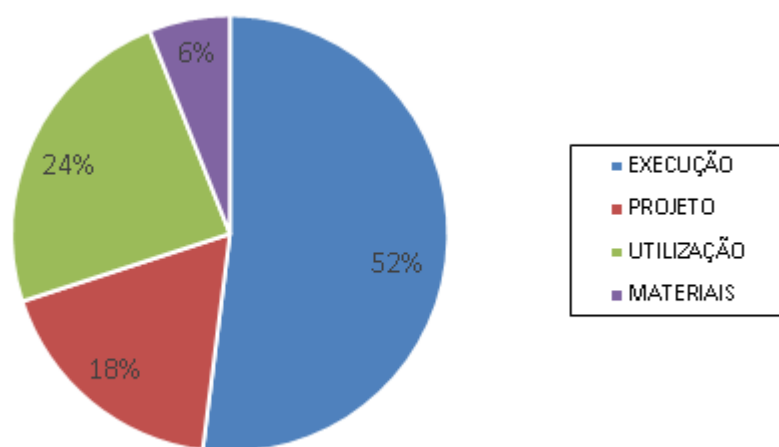


Autor: Fortes (1994), modificado.

Segundo Fortes (1994), os dados e os levantamentos sobre as origens das manifestações patológicas no Brasil ainda são escassos, assim os dados apresentados na Figura 1 refere-se a estudos realizados na Europa. Diante desses resultados, na Europa vemos que o número de falhas no projeto são a principal causa dos problemas patológicos, ainda assim, é fato que as dificuldades quanto a execução são evidentes e tem a segunda maior porcentagem.

Entretanto um estudo de CARMONA FILHO, A. (1998), feito no Brasil alegou dados que contradizem os resultados Europeus como podemos aferir abaixo:

Figura 2 – Incidência dos problemas patológicos pela origem a nível nacional



Autor: Carmona, (1998), modificado.

Portanto vemos como é discrepante as porcentagens quanto a cada fase e principalmente, na fase de execução. Chegamos a um ponto delicado em que alguns autores defendem que a principal origem das manifestações patológicas é na fase projeto, entretanto outros asseguram que estão ligados a fase de execução, e ainda há autores que julgam serem provenientes dos dois.

2.3.1 Fase de projeto

De acordo com Libório (1991) um dos pontos principais na construção de um empreendimento seria na realização do projeto, porque é nessa fase que se obtêm as concepções, as hipóteses elaboradas e analisadas para uma melhor execução do objeto que se deseja construir.

Diante do explanado por Souza e Ripper (1998) durante o período de concepção da estrutura existem inúmeras possíveis falhas, podendo ser oriundas durante o estudo preliminar, na elaboração do anteprojeto, ou mesmo no projeto executivo. Souza e Ripper (1998) apud Noronha (2018), sintetizou quanto às causas e problemas originados na etapa de elaboração do projeto na tabela 1 abaixo:

Tabela 1- Causas na fase de projeto

CAUSAS	DESCRIÇÃO
Divergências entre projetos;	Diferenças entre os projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, etc., pode levar a problema de funcionamento ao final da construção.
Especificação inadequada de materiais;	A escolha errada leva ao uso de materiais que não atendem as características necessárias, provocando danos e desperdícios.
Detalhamento insuficiente ou inadequado;	A falta de detalhamento em um projeto leva a interpretações erradas na etapa de execução.
Detalhes construtivos inexecutáveis;	Detalhes descritos que não tem como ser executados pela sua grande dificuldade.
Erro de dimensionamento;	Cálculos de dimensionamento errados podem diminuir a resistência e o desempenho da estrutura.
Falta de padronização das convenções;	Pode levar a interpretação errada dos desenhos do projeto.
Sobrecargas não previstas;	Excesso de carga não prevista em projeto; Caixa d'água extra, modificações e reformas sem acompanhamento correto.
Não consideração de efeitos térmicos;	Os diferentes tipos de movimentação térmica causam fissuras.
Especificação de concreto ineficiente e cobrimento inadequado;	Diminuem a capacidade resistente do concreto e a proteção as armaduras.

Fonte: Adaptado de Souza e Ripper (1998)

A Lei de Sitter explica que os investimentos realizados na fase de projeto e planejamento prévio traduzem-se em custos significativamente menores para obter o mesmo padrão de durabilidade esperada para a estrutura (AZEVEDO, 2011). Todavia Helene (2003) assegura que quando se existem falhas que podem vir a causa problemas patológicos, quanto mais cedo forem feitas as correções, mais serão duráveis, efetivas, fáceis de executar e muito mais baratas.

Azevedo (2011), salienta que muitos estudos e mediadas estão sendo desenvolvidas com o intuito de minorar problemas patológicos oriundos de projetos, pois a elaboração dos projetos ainda na etapa de concepção onde é analisada a interação de todos os sistemas inter-relacionados no processo de construção, como: fundação, arquitetura, estrutura, fundações,

instalações elétricas, hidrossanitárias, impermeabilização, vedações, revestimentos de pisos e paredes internas e de fachada, e entre outros, isso de maneira a compatibilizar as ideias, com o propósito de reduzir custos e evitar reparos.

2.3.2 Fase de execução

A definição de execução da estrutura de concreto na NBR 14931 (ABNT, 2004), afirma que todas as atividades desenvolvidas na sua execução, ou seja, sistema fôrmas, armaduras, concretagem, cura e outras, bem como as relativas à inspeção e documentação de como construído, incluindo a análise do controle de resistência do concreto.

Nesta atividade (fase de execução), devem ser tomados todos os cuidados necessários para o bom andamento da construção, com a indispensável caracterização da obra, individualizada pela programação de atividades, a locação de mão- de- obra, definição do layout do canteiro e previsão de compras dos materiais (RIPPER E SOUZA 1998).

Na fase de construção que se da inicio cronologicamente após a de projeto, tem-se que ser cauteloso, pois nessa etapa, Iantas (2010) escreve que erros podem ter origens na ausência de cuidados nas condições de trabalho, desqualificação profissional de mão-de-obra, falta de controle na qualidade, baixa qualidade dos materiais e equipamento, irresponsabilidade técnica e sabotagem.

Na Tabela 2 são listadas as causas principais das incidências patológicas, através de Souza e Ripper (1998) aput Noronha (2018).

Tabela 2 – Causas das incidências na fase de execução

<i>CAUSAS</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Erro de interpretação dos projetos;	Leva a má execução na obra podendo causar diferentes danos.
Falta de controle tecnológico;	Leva a utilização de materiais e serviços que não atendam as especificações de projeto. O controle tecnológico serve para avaliar a qualidade da obra.
Uso de concreto vencido;	Diminui a capacidade resistente da estrutura.
Falta de limpeza ou estanqueidade das formas;	A falta de limpeza leva ao adensamento inadequado do material levando a não uniformidade da estrutura.
Falta de saturação das formas;	Leva a não uniformidade da estrutura.
Armadura mal posicionada;	Deformabilidade e aparecimento de fissuras e rachaduras.
Falta de espaçadores e pastilhas para garantir o cobrimento;	Falta de cobrimento irá diminuir a proteção as armaduras contra agentes agressivos.

Falta de cuidado com os ferros superiores das lajes;	Ocasiona rebaixamento dos mesmos.
Segregação do concreto por erro de lançamento;	Diminui a capacidade resistente da estrutura.
Falta de cura ou cura mal executada;	A cura permite a completa hidratação do cimento retardando a evaporação de água. Quando mal executada leva a dessecação prematura e rachaduras.
Cimbramentos mal executados e desformas antes do tempo determinado;	A forma serve como proteção da superfície e podem ser vista como procedimento de cura, logo sua falta pode levar a dessecação prematura da peça não endurecendo o suficiente.
Erros de vibração;	leva ao adensamento inadequado do material levando a não uniformidade da estrutura
Juntas de concretagem mal posicionadas ou mal executadas;	Dessa forma elas podem permitir a entrada de água e materiais sólidos que danificam a estrutura.
Falta de fiscalização;	Pode haver procedimentos que não estejam atendendo as especificidades dos projetos, interferindo na qualidade dos serviços.
Erro no dimensionamento ou no posicionamento das formas.	Quando mal colocadas as formas podem se movimentar e não conter o concreto, que é a sua função.

Fonte: Adaptado de Olivari (2003), Souza; Ripper, (1998).

Para Souza e Ripper (1998), assim como para Silva (2011) a ocorrência da grande maioria das doenças patológicas é por conta do processo de produção, devido a baixa qualificação de mão de obra e a falta de técnica dos trabalhadores. Frisando ainda, a falta de uma fiscalização ativa, competente, uma fraca liderança de equipes, esses fatores podem, levar a erros preocupantes em determinadas atividades como, escoramentos, distribuição e qualidade das armaduras, qualidade do concreto, entre outras.

2.3.3 Materiais

A importância de se analisar a questão do surgimento das manifestações patológicas devido à indústria de materiais e componente, por conta da incompatibilidade entre os setores que deveriam se complementar, é frisado por Souza e Ripper (1998), isso vale devido a grande dificuldade de interação entre o setor da construção civil e as indústrias de materiais,

Ainda para Souza e Ripper, pouco são os fabricantes de materiais e componentes que investem, ou que tem condições econômicas de investir, em pesquisas para compatibilizar a concepção do produto às exigências técnicas e funcionais dos usuários. Com isto, é comum

serem comercializados componentes e materiais deficientes, ou com controle de qualidade de produção falho, ou até inexistente, gerando problemas de desempenho da estrutura e da própria edificação como um todo.

Definidas as especificações dos materiais na fase de projeto, deve-se controlar bem a aquisição dos insumos para fabricação do concreto, objetivando a garantia das especificações e que o concreto não seja rejeitado. É importante que a caracterização dos materiais componentes do concreto esteja em conformidade com o que recomenda a NBR 12654 (ABNT, 1992).

No cimento devem ser monitorados seus aspectos físicos, como finura, início e fim de pega, resistência à compressão, expansibilidade, calor de hidratação, assim como, também, seus aspectos químicos, como perda ao fogo e resíduo insolúvel, teores de aluminato tricálcio e de álcalis (SILVA, 2011).

Para Andrade e Silva (2005), nos minerais é preciso fazer a análise mineralógica e química dos materiais, no intuito de identificar a presença de contaminantes reativos no agregado, pois caso encontrada algum poluente as reações químicas expansivas com os álcalis do cimento podem ser bastante nocivas ao concreto. Contudo, é de suma importante atentar para as características físicas dos agregados, como a sua distribuição granulométrica e seu formato dos grãos, pois diferenças nessas propriedades podem levar a uma maior variabilidade nas propriedades do concreto fresco e endurecido.

A superação das deficiências das indústrias de componentes e materiais e a sua interação com a indústria da construção civil só poderão ser feitas com o adequado estabelecimento de normatização e fiscalização efetivas, e com a concessão controlada de benefícios fiscais que incentivem as pesquisas. (SOUZA E RIPPER 1998)

2.3.4 Na fase de manutenção

Mesmo que as etapas de concepção tenham sido de qualidade adequada, as estruturas podem apresentar problemas patológicos originados da utilização errônea ou da falta de um programa de manutenção adequado (SOUZA E RIPPER, 1998).

Segundo as recomendações da NBR 5674/1980, a responsabilidade pela manutenção de uma edificação é do proprietário, ou da empresa que foi contratada para fim de sua execução. ABNT NBR 6118:2014, item 25.4 Manual de Uso, inspeção e manutenção consta:

Deve ser elaborado por profissional competente contratado pelo proprietário. Esse manual deve conter todas as informações, dados e memórias do projeto, dos materiais, dos produtos e da execução da estrutura. Esse manual deve especificar de forma clara e objetiva os requisitos básicos de uso e manutenção preventiva que assegurem a vida útil prevista e estar conforme com a (ABNT NBR 5674:2012 Manutenção de Edificações. Procedimento)

São citados os principais erros da fase de utilização por Olivari (2003), Souza e Ripper, (1998), ligados a falta de manutenção que trazem bastante preocupação atualmente, esses erros, podem ser eles: Sobrecarga não prevista em projeto; Danificação de elementos estruturais por impactos; Falta de programa de manutenção adequado; Ataque de agentes agressivos; entre outros.

O período de vida útil da obra pode por estes motivos, má utilização da mesma e ausência de manutenção, incidir em falhas que podem evoluir gradativamente causando baixo desempenho das finalidades da edificação desde desconforto estético até insegurança estrutural (IANTAS, 2010).

De acordo com o Olivari (2003), há evidências de que esses problemas estão diretamente relacionados a falta de conhecimento técnico, despreparo e problemas socioeconômicos. Portanto, para evitar problemas patológicos, degradação da estrutura e até mesmo ruína é necessária a manutenção periódica correta.

2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

No Brasil, assim como em outros países do mundo, o concreto tem um papel de destaque sendo o principal e mais consumido material de construção. Ao olhar a história da humanidade, principalmente aquela escrita por obras de arquitetura e engenharia (HELENE; ANDRADE, 2010).

Assim como qualquer outro material, o concreto, exposto a agentes externos, segundo Vieira (2016), estão suscetíveis aos efeitos dos males congênitos e adquiridos, sendo vulneráveis a acidentes e à deterioração proposta pelo passar do tempo.

O emprego de estruturas de concreto armado em edificações trata-se de um processo feito praticamente manual, onde sua matéria prima é trazida até o canteiro de obras e passada por diversas equipes e profissionais de forma a se obter uma estrutura final de acordo com o

projeto na qual se dimensionou determinada edificação. Juntamente deste processo quase que artesanal, pode-se destacar as mais variadas etapas e profissionais envolvidos no processo de concepção de estruturas de concreto e o enorme crescimento na complexidade das obras. Tanto esses como outros fatores juntos, justificam a grande quantidade de problemas encontrados em obras desta natureza (ROCHA, 2015).

2.4.1 Sintomas

A sintomologia é uma reação das estruturas a um efeito anormal. Esta reação surge na forma de sinais externos que muitas vezes nos permite detectar de imediato qual o problema. (GARCIA, 1999). Silva (2011) reforça que se enxerga em uma vistoria de uma edificação são as manifestações patológicas, ou seja, os sintomas que a edificação apresenta.

SIEMES et al. (1985), afirma que a deterioração das estruturas de concreto pode estar relacionada às seguintes causas: corrosão nas armaduras; ataques químicos (águas contaminadas, carbonatação, sulfatos e cloro); efeitos físico-químicos (reação álcalis-agregados) e efeito de gelo e degelo.

Olivari (2003), Souza; Ripper, (1998). Apud Noronha (2018), catalogou os sintomas das estruturas na Tabela 3.

Tabela 3 - Principais sintomas de manifestações patológicas.

SINTOMAS	DESCRIÇÃO
Esmagamento do concreto;	Ocorre geralmente devido a falta de armadura suficiente para resistir as solicitações.
Carbonatação;	Inicia-se na superfície, formando uma frente de carbonatação de pH mais ácido, que vai em direção ao centro, podendo causar a despassivação do aço.
Corrosão da Armadura;	Interação destrutiva, ocasionada por um mecanismo eletroquímico em presença de umidade, que forma uma película de eletrólito nas barras.
Fissuras ou trincas em elementos estruturais e alvenarias;	Seccionamento da superfície ou seção de um componente provocado por tensões normais ou tangenciais que geram aberturas capilares; podem ser ativas ou passivas.
Desagregação do concreto;	É a separação física de placas de concreto com perda da função ligante. Pode ser causada por fissuração,

	movimentação de fôrmas, corrosão, calcinação ou ataque biológico.
Ruptura do concreto;	Causadas geralmente por uso concreto de resistência inadequada, armaduras insuficientes, sobrecargas excedentes e recalques.
Retração do concreto	A retração do concreto é a diminuição do seu volume, geralmente motivada pela eliminação da água contida em seu interior (exsudação)
Retração da argamassa	É um fenômeno de contração volumétrico na argamassa em seu estado fresco que ocorre principalmente devido a perda de água de amassamento para a base, por efeito de sucção.
Percolação de água;	É o movimento da água do solo, que ocorre por ascensão capilar e pode provocar ruptura de canalizações.
Manchas, trincas e descolamento de revestimento em fachadas;	Manchas são geralmente eflorescências, um efeito secundário das infiltrações; Trincas são fissuras com aberturas de 0,6 a 1,5 mm; O descolamento ocorre devido à falta de aderência entre os materiais.

Fonte: Adaptado de Olivari (2003), Souza; Ripper, (1998).

2.4.2 Mecanismos

Todo problema patológico, chamado em linguagem jurídica de vício oculto ou vício de construção, ocorre a partir de um processo, de um mecanismo. Por exemplo: a corrosão de armaduras no concreto armado é um fenômeno de natureza eletroquímica, que pode ser acelerado pela presença de agentes agressivos externos, do ambiente, ou internos, ou incorporados ao concreto. Para que a corrosão se manifeste é necessário que haja oxigênio (ar), humidade (água) e o estabelecimento de uma célula de corrosão eletroquímica (heterogeneidade da estrutura), que só ocorre após a despassivação da armadura. (HELENE, 2003)

Conhecer os mecanismos e formas de deterioração das estruturas de concreto torna possível a tomada de passos essenciais para avaliações reais ou mais próximas disso, das condições dos danos e a implementação de soluções adequadas (RODRIGUES, 2018). O

mesmo foi constatado por Helene (2003), que o conhecimento do mecanismo é de extrema importância para uma terapêutica adequada.

Os mecanismos mais relevantes e aparecem com uma maior regularidade de envelhecimento e de degradação das estruturas de concreto estão descritos na norma ABNT NBR 6118:2014 estão listados a seguir.

- Mecanismos preponderantes de deterioração relativos ao concreto:
 - lixiviação (águas puras, carbônicas agressivas e ácidas);
 - expansão por sulfato;
 - reação álcali-agregado.
- Mecanismos preponderantes de deterioração relativos à armadura:
 - despassivação por carbonatação;
 - despassivação por ação de cloretos.
- Mecanismos de deterioração da estrutura propriamente dita:
 - mecanismos relacionados às ações mecânicas, movimentações de origem térmica, impactos, ações cíclicas, retração, fluência e relaxação, bem como as diversas ações que atuam sobre a estrutura.

2.4.3 Causa e Origem

Souza E Ripper (1998) fala da importância de se analisar uma estrutura de concreto "doente", pois é necessária entender-se o porquê do surgimento e do desenvolvimento da doença, com a finalidade de esclarecer as causas, antes da prescrição e conseqüentemente aplicação do remédio necessário para sanar a doença. Sendo assim, indispensável conhecer as origens da deterioração, não apenas para que se possa dar continuidade aos reparos obrigatórios, mas também para se garantir que, após a estrutura seja reparada, não volte a se deteriorar.

Os agentes causadores dos problemas patológicos podem ser vários: cargas, variação da umidade, variações térmicas intrínsecas e extrínsecas ao concreto, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos e outros. (HELENE, 2003).

Olivari (2003), Souza; Ripper, (1998). Apud Noronha (2018), catalogou as causas das manifestações estruturas de concreto na Tabela 4.

Tabela 4 - Causas das manifestações patológicas

<i>CAUSAS</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
Recalque das fundações;	Uma edificação sofre um rebaixamento devido ao adensamento do solo sob sua fundação.
Movimentação térmica;	Materiais de diferentes coeficientes de dilatação; peças expostas a um gradiente de temperatura; exposição em um certo tempo a diferentes valores de temperatura;
Sobrecargas ou acúmulo de tensões;	Excesso de carga não prevista em projeto; Caixa d'água extra, modificações e reformas sem acompanhamento correto.
Retração do cimento;	Redução de volume que ocorre na massa de concreto, causada principalmente pela saída de água por exsudação.
Carbonatação;	O dióxido de carbono entra nos poros do concreto, dilui-se na umidade presente na estrutura e forma o composto chamado ácido carbônico, que causa queda do pH e diminui a proteção de armaduras.
Expansão de armadura (corrosão);	Interação destrutiva, ocasionada por um mecanismo eletroquímico em presença de umidade, que forma uma película de eletrólito nas barras.
Reações químicas;	Reações com íons de cloreto ou sulfatos; Álcali- agregado (expansiva);
Excesso de deformação das peças estruturais;	Falhas no transporte no lançamento e no adensamento do concreto; Inadequação de fôrmas e escoramentos; Deficiência de armaduras.

Fonte: Adaptado de Olivari (2003), Souza; Ripper, (1998).

Cabe ressaltar que a identificação da origem do problema permite também identificar, para fins judiciais, quem cometeu a falha. Assim, se o problema teve origem na fase de projeto, o projetista falhou; quando a origem está na qualidade do material, o fabricante errou; se na etapa de execução, trata-se de falha na mão-de-obra e a fiscalização ou a construtora foram omissos; se na etapa de uso, a falha é da operação e manutenção (HELENE, 2003).

2.4.4 Investigação Visual

Castro (1994) explica que a inspeção visual é uma etapa imprescindível para estabelecer os agentes patológicos que atuam na estrutura danificando-a, e ainda, quando as

manifestações patológicas estão perfeitamente nítidas não se há necessidade de fazer inspeções mais aprofundadas, visto que o diagnóstico já está concluído.

Castro (1994) ainda relata que durante a inspeção, para a elaboração de diagnóstico com a determinação das possíveis causas de dano e dos fatores que influenciam os danos, podem ser necessários, além da inspeção visual, alguns ensaios que possam orientar para um diagnósticos mais preciso.

De acordo com Bertolini (2014), a primeira etapa da inspeção tem como função a caracterização das condições das estruturas e fornece indicadores úteis para a especificação preliminar do fenômeno em sua manifestação externa. Ou seja, esse tipo de inspeção, determina quais possíveis manifestações estão ocorrendo naquele determinado momento, porém ela se limita aos acontecimentos externos a estrutura. Por outro lado, na segunda fase da inspeção, o principal objetivo é fazer uma análise mais elaborada quando necessária, onde geralmente são conhecidos na engenharia como ensaios, sendo previstos os danos e até que ponto esses danos podem comprometer o funcionamento das estruturas.

As anomalias nas estruturas de concreto geralmente se manifestam de forma bem característica, permitindo assim que um profissional experiente possa deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos envolvidos, bem como as prováveis consequências (KLIMPEL e SANTOS, 2010).

A manutenção periódica e preventiva possibilita o prolongamento da vida útil das estruturas. Entenda-se por manutenção periódica a atividade praticada regularmente e que altere a curva natural de degradação dos materiais, fazendo com que os materiais restaurem parte de suas propriedades ao nível de quando estavam recém-construídas (LICHTENTSTEIN, 1985).

2.4.5 Diagnóstico e Prognóstico

De acordo com Helene (2003) um bom diagnóstico só é completo com prognóstico da questão, ou seja, algumas avaliações sobre as sequelas do problema no comportamento geral da estrutura. Com isso, geralmente se separa as considerações em dois tipos: as que afetam as condições de segurança da estrutura (associadas ao estado limite ultimo) e as que comprometem as condições de higiene, estética e etc., ou seja, denominadas condições de serviço e funcionalidade da construção (associados ao estado limite de utilização).

Helene (2003) relata que na maioria das vezes as doenças patológicas evoluem e tendem a se agravar com um certo período de tempo, além de acarretarem outros problemas associados aos iniciais.

Segundo Tutikian (2012), depois de se analisar o conteúdo, dado coletado “in loco” é possível identificar os mecanismos que originaram o surgimento das manifestações patológicas na edificação, ou seja, diagnosticar o problema.

Souza e Ripper (1998) discutem de forma sucinta que todo o estudo da estrutura deve conter: exame visual do desgaste e de seu meio ambiente; ensaios locais, rápidos e simples; estudos de laboratório; consultas quanto à concepção da estrutura (conversa com os autores do projeto, estudo dos projetos), quanto à execução (as anotações de canteiro, atas de reuniões de obra, documentos diversos e correspondências disponíveis) e também quanto a sua utilização; Todas as informações devem agregar a maior quantidade de indicadores possíveis para depois separar o que realmente é crucial, para se fazer o diagnóstico.

Continuando a explanação, Souza e Ripper (1998) afirmam que a metodologia a ser usada para perícia de uma edificação é dividida em três etapas fases: levantamento dos dados; análise; e diagnóstico. A primeira é bastante complexa e requer o cuidado de ser feita por um profissional com experiência. Na segunda o engenheiro deve compreender como funcionam e se comportam a estrutura, o surgimento e o desenvolvimento dos sintomas patológicos. A última fase, a do diagnóstico, cabe ao analista uma infinidade de desfechos, inclusive um bem crítico como a demolição da obra, uma vez que seja inviável a reparação dos danos.

Após a definição do diagnóstico e antes da escolha da conduta a ser seguida, o patologista deve levantar hipóteses sobre a evolução futura do problema, o prognóstico. Em função desse prognóstico, o especialista define o objetivo da intervenção, que poderá ser: Erradicar a enfermidade; impedir ou controlar sua evolução; Não intervir; estimar o tempo de vida da estrutura; limitar sua utilização; indicar sua demolição (LAPA, 2008).

2.4.6 Tratamento

A aplicação do termo patologia na engenharia, particularmente no caso das estruturas de concreto, tem origem no tratamento dos problemas com o sentido de reabilitar as estruturas, o que corresponde a um processo terapêutico na medicina (AZEVEDO, 2011).

Andrade e Silva (2005) discorrem sobre o tratamento dos problemas patológicos e na indispensabilidade desse processo, e defende que as manifestações patológicas pode se

apresentar como consequência de mais de uma deficiência. Assim, para que a medida corretiva seja eficiente devem-se sanar todas as suas causas.

Helene (2003) denota que as medidas terapêuticas a serem empregadas de forma corretivas podem ser pequenos reparos em lugares específicos, ou menos uma recuperação generalizada da estrutura, ou ainda, reforços em fundação, pilares, vigas. E quanto houver qualquer uma dessas correções é preciso um programa de manutenção para proteger a estrutura periodicamente.

Conforme Lapa (2008), posteriormente após o diagnóstico e prognóstico, é feita as medidas e intervenções cabíveis para reparação do problema. No tratamento busca-se eliminar as doenças patológicas e prevalecem três passos, corrigir pequenos danos (Reparo), devolver à estrutura o desempenho original perdido (Recuperação), ou aumentar tal desempenho (Reforço).

Um dos maiores erros de profissionais da construção civil, que diante das doenças patológicas, que vão surgindo nas construções, atentam para qualquer método de tratamentos, sem conhecer a verdadeira origem do problema. Esses métodos corretivos na maioria das vezes mostram-se satisfatório por certo período, contudo, “mais cedo” ou “mais tarde”, o mesmo problema volta a aparecer, ocasionando prejuízos cada vez maiores, deixando uma interrogação tanto no cliente como construtor (VIEIRA 2016).

Segundo Vieira (2016), o problema para ser corretamente tratado, precisa primeiramente ser identificado de modo geral a partir de laudos fornecidos por profissionais competentes da área, os quais deverão realizar um estudo aprofundado das origens, causas e sintomas das manifestações patológicas, que se traduzem por modificações estruturais e ou funcionais no edifício ou na parte afetada, representando os sinais de aviso dos defeitos surgidos.

Dessa forma Nazario e Zancan (2011) concluíram que para se extinguir as doenças patológicas nas construções, é preciso um estudo aprofundado e minucioso das origens, para ampliar o entendimento e o comportamento das manifestações, isso daria auxílio e embasamento nas concepções, decisões de definições da conduta e programas de ação de resolução das anomalias construtivas.

2.5 TIPOS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

2.5.1 Corrosão das armadura de concreto armado

No seu sentido mais amplo, a corrosão pode ser definida como a interação destrutiva de um material com o meio ambiente, seja por ação física, química, eletroquímica, ou a combinação destas. Como ações físicas características podem-se citar os fenômenos de erosão e cavitação, como ação eletroquímica típica a maioria dos processos corrosivos de metais em meios aquosos e como químicas as reações de expansão e de lixiviação dos compostos da pasta de cimento Portland em argamassas e concretos, por exemplo (HELENE, 1993).

Em se tratando da deterioração de aço, dois são os processos de corrosão que podem agir; o denominado de corrosão eletroquímica, de grande importância no campo da corrosão das armaduras, e o de oxidação direta (HELENE, 1993).

Portanto a corrosão eletroquímica, mais conhecida por aquosa, é a que de fato causa disfunções às obras civis, segundo Cascudo (1997), que a descreve como “um ataque de natureza eletroquímica, que ocorre em meio aquoso, como resultado da formação de uma pilha ou célula de corrosão, com eletrólito e diferença de potencial entre trechos da superfície do aço. O eletrólito forma-se a partir da presença de umidade no concreto. Esse tipo de corrosão suscita um movimento de elétrons ao longo de trechos da armadura e um movimento iônico através do eletrólito”.

Rocha (2015) explana como as corrosões nas armaduras danificam-nas e causa uma diversidade de “feridas”, geralmente de forma exposta, como as trincas, o deslocamento do concreto que reduz a área da seção transversal e sua capacidade de carga, a perda da seção de aço na área que esta sendo afetada, entre outras. Estas doenças patológicas não causam apenas problemas estéticos na estrutura, como também a falta de segurança e desconforto entre os usuários, afetando ainda a resistência dos elementos sujeitos ao processo corrosivo.

O concreto e o aço se complementam, segundo Ferreira (2000) o concreto concede ao aço uma barreira física, porém o mesmo também admite uma elevada alcalidade, que permite formar uma película fina de óxido de ferro na superfície do aço, conhecida por camada de passivação, mantendo-o inalterado por um tempo indeterminado, desde que o concreto seja de boa qualidade, e que suas propriedades físico-químicas não se alterem devido às ações externas. A camada de passivação é criada pouco depois do início da hidratação do cimento, sendo constituída de Fe_2O_3 , e adere fortemente ao aço.

A corrosão eletroquímica da armadura do concreto pode ocorrer devido à falta de uniformidade do aço (diferentes aços, soldas), do contato com metais com menor potencial eletroquímico, assim como da heterogeneidade do meio físico e químico que rodeia o aço (Ferreira, 2000)

2.5.2 Carbonatação do Concreto

A carbonatação é descrita por Castro (1994) como: “um processo de redução da alcalinidade do concreto que reage com o CO₂, que ao longo do tempo atinge a armadura, despassivando a camada protetora do aço e iniciando um processo de corrosão generalizada.”

O CO₂ presente na atmosfera reage, na presença de umidade, com os produtos de hidratação do cimento, formando produtos de menor alcalinidade que os compostos originais do concreto, desencadeando o fenômeno conhecido como “frente de carbonatação” (BARBOSA et al., 2005).

A carbonatação do concreto é uma reação entre o dióxido de carbono (CO₂) presente na atmosfera e os produtos gerados durante a hidratação do cimento. O dióxido de carbono penetra nos poros do concreto através de difusão e reage com o hidróxido de cálcio no interior do concreto. O resultado desta reação é a formação de carbonato de cálcio e a redução do pH do concreto a valores inferiores a 9 e à consequente perda da película passivante que protege as armaduras. Com a perda dessa proteção as armaduras estarão sujeitas à ocorrência de oxidação caso haja a presença de oxigênio e água (ROCHA, 2015).

Souza e Ripper (1998) afirmam que a carbonatação do concreto poderia apresentar benefícios para o concreto, se ela restringisse apenas a uma espessura menor que o cobrimento das armaduras, pois aumentaria a resistência química e mecânica do mesmo.

As reações de carbonatação possuem a tendência de diminuir a sua intensidade com o tempo. Essa estabilização é justificada como sendo proveniente da hidratação do cimento e também pela colmatação dos poros provocada pelas próprias reações de carbonatação (SCHIESSL, 1983).

Segundo Lima (1996), alguns elementos podem conter o avanço da carbonatação são aqueles associados a qualidade do concreto de cobrimento. Dentre os índices estão a variação térmica, a umidade relativa, relação a/c; a permeabilidade ao ar, água e gases; a porosidade, a resistência, o tipo de cimento utilizado, a concentração de CO₂, dentre outros.

2.5.3 Mecanismos de desintegração do concreto

Pode-se definir como mecanismos de desintegração de concreto os meios que envolvem toda dissolução dos componentes do mesmo por ação de substâncias químicas, como por exemplo, o seu deslocamento por meio de processos expansivos como ciclo do gelo-degelo ou seu desgaste através de processos de abrasão e cavitação (ROCHA, 2015).

O fenômeno tem início na superfície do concreto, com uma mudança de coloração, seguido do aumento das espessuras entrecruzadas e finalmente a desintegração da massa do concreto. Como consequência a desagregação o materiais componentes perdem a coesão ao destruísse, perdendo, portanto suas características mecânicas (GARCIA 1999).

Rocha (2015) salientou ainda que os problemas no concreto originado pelas reações químicas são divididos em três:

- Ataque de ácidos: O ataque de produtos ácidos sobre o concreto endurecido causa a conversão dos compostos de cálcio (hidróxido de cálcio, silicato de cálcio hidratado e aluminato de cálcio hidratado) em sais de cálcio de acordo com o tipo do ácido. Dessa forma, os ataques de produtos ácidos atuam sobre toda a matriz cimentícia levando ao enfraquecimento da estrutura.
- Ataque de sulfatos: De acordo com AGUIAR (2014) os sulfatos podem ter origem nos materiais que compõem o próprio concreto (água de amassamento e agregados) ou ainda do contato da estrutura com solos ou águas ricas com este agente. A reação dos sulfatos com o aluminato presente no interior do concreto causa sua expansão levando à formação de fissuras generalizadas. Essa fissuração facilita ainda mais o acesso dos sulfatos levando à completa desagregação do concreto
- Ataque de álcalis: A reação álcali-agregado difere do ataque dos sulfatos pelo fato de que na reação álcali-agregado a substância reativa encontra-se presente nos agregados que compõem o concreto.

O desgaste das estruturas de concreto pode ocorrer devido à cavitação e à abrasão. A descrição de cavitação para Andrade (1992): é a degradação da superfície do concreto causada pela implosão de bolhas de vapor de água quando a velocidade ou direção do escoamento sofre uma mudança brusca.

A abrasão é o processo que causa desgaste superficial no concreto por esfregamento, enrolamento, escorregamento ou fricção constante, sendo particularmente importante no estudo do comportamento de pisos industriais, pavimentos rodoviários e de pontes (BAUER,2002).

Segundo Almeida (2000) alguns aspectos influenciam no desgaste por abrasão, são eles, a resistência superficial e a dureza do concreto. Para elevar a resistência á abrasão do concreto, poderemos fazer uso de agregados graúdos mais resistentes e o aumentar a resistência à compressão.

2.5.4 Efeitos Térmicos

De acordo com Casotti (2007), a contração e dilatação térmica estão presentes em todos os materiais da construção civil, estas oscilam de acordo com a diminuição ou aumento da temperatura. A variabilidade destas oscilações são características de cada material, podendo sofrer maior ou menor variação dependendo de sua composição.

Em uma estrutura de concreto as variações térmicas podem ocorrer por influências externas, como mudanças nas condições ambientais e incêndios, ou por influências internas (calor de hidratação do cimento com elevação da temperatura do concreto) (DAL MOLIN, 1988).

Considerando que o principal agente de calor atuante sobre edifícios e seus componentes é o sol, a amplitude e a taxa de variação da temperatura de um componente exposto a radiação solar irá da atuação combinada dos seguintes fatores: intensidade da radiação solar, nível de absorção da superfície do componente à radiação solar, iluminação da superfície de componentes, condutância térmica superficial e propriedades térmicas dos materiais de construção (CASOTTI 2007).

Para Souza e Ripper (1998) são situações que normalmente geram fissuração, seria a introdução de diferentes estados de tensão em diferentes seções de uma mesma peça estrutural e a criação de um estado de sobretensão gerado por dilatação térmica, visto que, em qualquer dos casos, criam-se tensões superiores à capacidade resistente ou de deformação das peças.

Quando um componente é exposto, a energia absorvida faz com que sua temperatura superficial seja superior à temperatura do ar ambiente, isso depende basicamente da cor da superfície, as superfícies de cores escuras apresentam maiores coeficientes de absorção e, portanto, nas mesmas condições de insolação, atingem temperaturas mais elevadas que as superfícies de cores claras, sendo assim, um agravante para o aparecimento de fissuras. Outra condição de fissura é atribuída a condutância térmica superficial, esta provem das trocas de calor que ocorrem entre a superfície exposta de um componente e o ar ambiente, esses dependem não só da diferença entre as temperaturas dos mesmos, como também de outras condições (rugosidade da superfície, velocidade do ar, posição geográfica e orientação da superfície) (CASOTTI 2007).

Souza e Ripper (1998) enfatizaram como os incêndios danificam as estruturas de concreto, por serem pouco resistentes ao fogo, afirmam que: “Embora a ação do fogo não se propague facilmente para o interior da massa do concreto, quando a estrutura é submetida a altas temperaturas, por um certo período de tempo, há uma perda significativa de resistência do concreto”.

Existem ainda outras propriedades térmicas dos materiais a serem levadas em consideração para minimizar as possíveis fissuras, entre elas podemos citar o calor específico, massa específica e coeficiente de condutibilidade térmica. Para quantificar as movimentações sofridas por um componente, além de suas propriedades físicas, deve-se conhecer o ciclo de temperatura a que esteve sujeito (CASOTTI 2007).

2.5.5 Efeitos de Carregamento

Sabendo que o concreto armado é um material estrutural constituído de concreto e armaduras de aço, onde o concreto apresenta boa resistência á compressão e o aço resistente à tração. Fazendo assim, com que juntos, resistam a carregamentos sobre suas estruturas, aproveitando as melhores características dos dois materiais. (ROCHA, 2015).

As estruturas de concreto armado têm por obrigação resistir aos esforços as quais estão submetidas, sejam eles, tração ou compressão, diante disso precisam atender requisitos básicos especificados pela NBR 6118/2014, no que diz respeito aos limites de fissuração e cobrimentos mínimos das armaduras, pois seu controle é de fundamental importância na durabilidade da estrutura.

Geralmente do ponto de vista técnico o termo fissura é mais adequado do que o termo trinca. Contudo, algumas normas e peritos podem classificar as fissuras com diferentes nomes, de acordo com a sua espessura. A norma de impermeabilização (NBR 9575:2003), por exemplo, define que as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm. As aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras e, por fim, as maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm são chamadas de trincas

A atuação de sobrecargas, previstas ou não em projetos pode produzir fissuras nos elementos estruturais e de vedação. Elas ocorrem pelo carregamento excessivo de compressão. Existem dois tipos de fissuras provocadas por sobrecargas: Fissuras verticais, são casos mais típicos, provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão, ou da flexão local dos componentes de alvenaria. Fissuras horizontais, provenientes da ruptura por compressão dos componentes de alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede. (THOMAZ, 1989).

O Autor ainda afirma que apesar de muitas vezes a configuração de uma fissura parecer semelhante à outra, suas causas podem ser bastante diferentes. Uma fissura de deformação de estrutura, por exemplo, pode ser parecida com uma de recalque de fundação. Uma de dilatação térmica pode ser igual a uma de retração de secagem. Por isso, é preciso ter técnica e experiência para, com apenas a inspeção visual, chegar à causa. Segundo o autor em questão, na maioria das vezes a fissura é vistoriada somente visualmente e, assim, o diagnóstico fica muito dependente da experiência do profissional.

2.6 METODO GUT

A necessidade de ferramentas inovadoras no mercado capitalista, é um diferencial para a sobrevivência principalmente das pequenas e médias empresas. Com isso a implementação da Matriz GUT é um instrumento segundo Trucolo (2016) para solução de problemas,

estratégias, desenvolvimento de projetos e tomada de decisões. A mesma auxilia o gestor a avaliar de forma quantitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas (PERIARD, 2011).

Esse método está relacionado a gestão da qualidade, mais precisamente com o ciclo PDCA, sigla inglesa que se refere às ações de planejamento (*Plan*), execução (*Do*), controlar (*Check*) e agir (*Act*) (SOTILLE, 2014).

Segundo o autor em questão, muitas são as vantagens dessa ferramenta, matiz GUT, a mesma nos proporciona : a alocação de recursos nos tópicos considerados mais importantes; uma elaboração de um planejamento estratégico, é de simples implementação e pode ser usada para classificação de assuntos diversos.

Para fins de gerenciamento, a principal vantagem da matriz GUT, é que ela dá auxílio a gestão, pois possibilita uma avaliação quantitativa dos problemas estudados, tornando possível a priorização das ações corretivas e preventivas para resolução do problema (PERIARD, 2011, *apud*, BRITO, 2017).

Rodrigues (1998) argumenta que o método GUT é utilizado quando se tem um leque de problemas e que estão interligados, para evitar que se misturem e gere desorganização. Da mesma forma, Marshall (2008) definiu que a matriz é baseada na avaliação dos problemas através da atribuição de notas para os aspectos de gravidade, urgência e tendência, orientando assim as decisões mais complexas, auxiliando a empresa a definir suas estratégias e políticas a médio e longo prazo, priorizando as mais importantes e levando em consideração a gravidade, urgência e tendência do problema.

2.6.1 Parâmetros de Avaliação

Para avaliação nesse método, é necessário primeiramente fazer uma lista das manifestações patológicas averiguado em toda a edificação, feito isto, é realizada uma análise baseada em três parâmetros que a matriz GUT propõe.

Meireles (2001) define o conceito de cada um deles conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Parâmetros do método GUT (Fonte: Meireles, 2001, *apud*, Brito 2017 – Adaptado).

Variável	Conceito
Gravidade	Considera a intensidade e a profundidade dos danos que o problema pode causar se não se atuar sobre ele
Urgência	Considera o tempo para a eclosão dos danos ou resultados indesejáveis se

	não se atuar sobre o problema
Tendência	Considera o desenvolvimento que o problema terá na ausência de ação

Fonte: Meireles, 2001, apud, Brito 2017 – Adaptado.

Daychoum (2011), também define os três fatores (Gravidade/Urgência/Tendência), onde a Gravidade indica o impacto, consequência, caso nada seja feito diante do problema; A Urgência representa o tempo limite para tomada de decisão, e a Tendência é a análise da proporção do problema no futuro.

Na etapa seguinte, na mesma linha de raciocínio e de forma mais simplificada Marshall (2008) denotou para cada uma dessas variáveis, são atribuídos uma pontuação de um algarismo inteiro entre 1 e 5, correspondendo o 5 a maior intensidade e o 1 a menor e os valores obtidos para G, U e T a fim de se obter um valor para cada problema ou fator de risco analisado.

A fim de facilitar o entendimento, Periard (2011) manda atribuir de valores, em uma escala crescente de 1 a 5, que são as características de cada problema. É recomendada, ainda pelo autor que a atribuição de valores seja definida através dos critérios apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de Pontuação.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá pior rapidamente
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Periard, 2011, apud, Brito 2017 – Adaptado

2.6.2 Ordem de priorização

A ordem de priorização e as decisões de resolução dos problemas são executadas, é necessário estabelecer um ranking com os resultados obtidos através da própria matriz GUT. (BRITO, 2017).

Conforme Periard (2011) os problemas que obtiverem maior pontuação serão tratados prioritariamente. O calculo desses resultados é realizado através da multiplicação dos parâmetros do método, como está descrita no Quadro 3.

Quadro 3 – Simulação da Matriz GUT

Problema	Gravidade	Urgencia	Tendencia	GxUxT	Prioridade
X	2	3	5	30	2
Y	1	2	1	2	4
Z	4	4	3	48	1
K	2	5	2	20	3

Fonte: Brito 2017 – Adaptado

O maior produto da multiplicação que for encontrado na coluna GxUxT, é o que se apresenta como maior prioridade na ordem de solução. De acordo com o Quadro 3, o produto da multiplicação do problema “Z” obteve maior o valor final, por isso, é o que requer maior atenção.

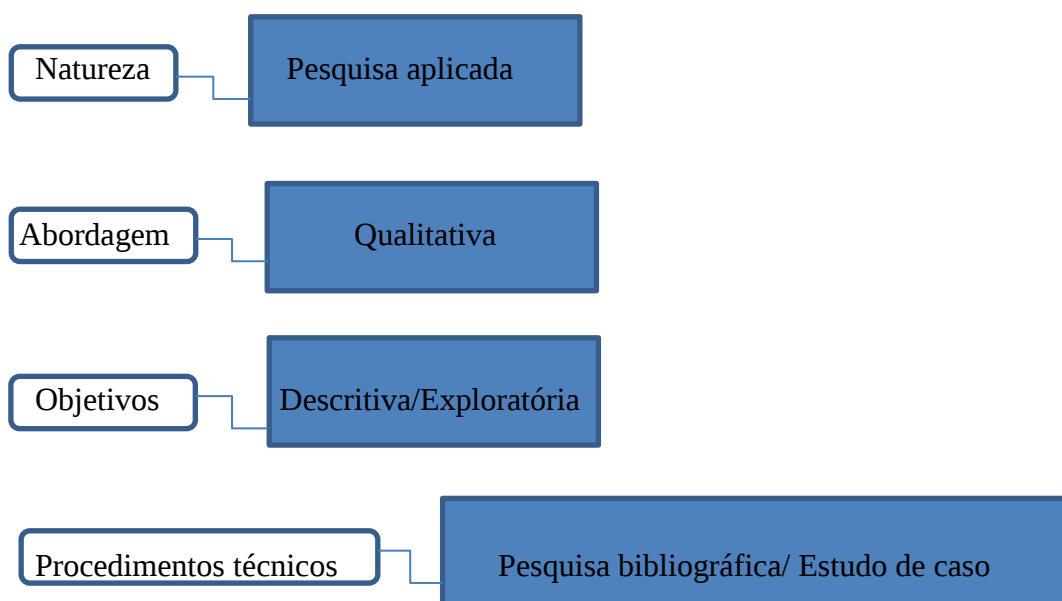
3 METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO TIPOLOGICA DO ESTUDO DE CASO

O desenvolvimento de uma pesquisa segundo Gil (2002) abrange variadas fases, nelas deve conter desde a concepção do problema até a adequada exposição dos resultados. O linear da pesquisa é baseado na junção de conhecimento adquirido e a aplicação de técnicas, métodos e vários procedimentos científicos.

Para Lakatos e Marconi (1992) a pesquisa diz respeito a um levantamento de dados oriundos de várias fontes. Nessa pesquisa, utilizou-se a classificação do estudo quanto a sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos. Podemos visualizar a caracterização através da Figura 3.

Figura 3 - Caracterização da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2019).

Referente à natureza da pesquisa a mesma é aplicada, visto que produz embasamento para ser aplicada na prática os conhecimentos apresentados nela e com o proposito de melhorar as definições de conduta com relação às manifestações patológicas. Segundo Rodrigues (2007) explana ainda que é uma pesquisa aplicada é uma investigação e comprovação ou rejeição de hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos.

Se tratando da sua abordagem, a presente pesquisa se classifica como qualitativa, pondo em vista que os métodos utilizados levam a conclusões que qualificam as situações patológicas presentes no trabalho.

Quanto aos objetivos, é uma pesquisa com caráter exploratório por fazer uso de métodos no intuito de observar em campo os problemas patológicos descritos no estudo e descritiva, pois tem como objetivo estudar características de um grupo, onde há preocupação com a atuação prática (Gil, 2002).

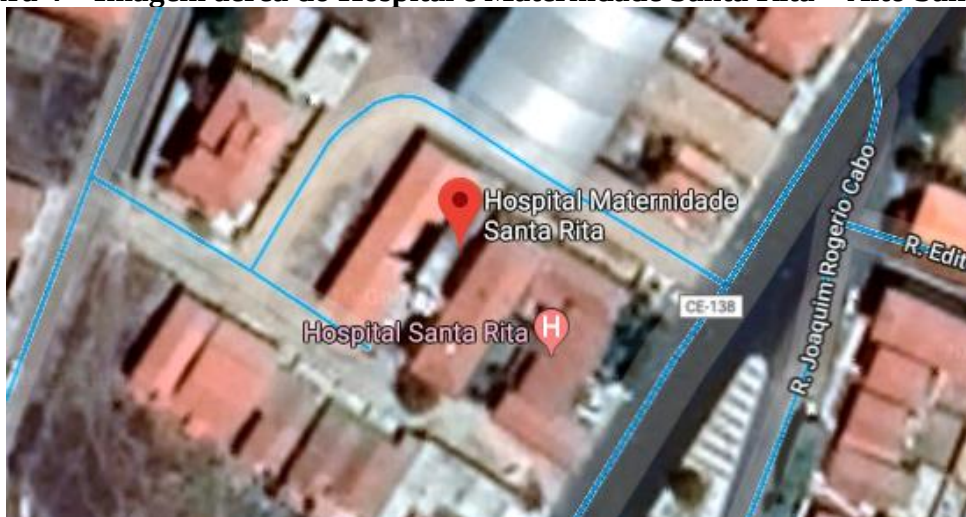
Um dos procedimentos utilizados nesse trabalho, é a pesquisa bibliográfica, e documental. Onde a pesquisa documental segundo Lakatos e Marconi (1992), consiste na coleta de dados em documentos, escritos ou não de fontes primárias.

O desdobramento deste trabalho, foi realizado também através de um procedimento técnico considerado altamente rico do ponto de vista didático seria ele, o estudo de caso. O estudo de caso é uma pesquisa detalhada que estuda um fenômeno dentro do seu contexto real, na qual se fundamenta em fontes de evidências para que favoreçam o desenvolvimento das suposições teóricas conduzindo-as para a coleta e análise de dados e que para se realizar um estudo de caso de qualidade são fundamentais seis fontes de evidências: a) a documentação, b) os registros em arquivos, c) as entrevistas, d) a observação direta, e) a observação participante e os f) artefatos físicos (YIN, 2015).

3.2 LOCAL DO OBJETO DE ESTUDO

O Hospital e Maternidade Santa Rita localiza-se na cidade de Alto Santo (Figura 4 e Figura 5). De acordo com dados do IBGE (2010), o municio registra 16.359 habitantes e se situa na microrregião do Baixo Jaguaribe, mesorregião do Jaguaribe.

Figura 4 – Imagem aérea do Hospital e Maternidade Santa Rita – Alto Santo-Ce



Fonte: Google Maps, 2019.

Figura 5 – Imagem da faixa do Hospital e Maternidade Santa Rita – Alto Santo-Ce

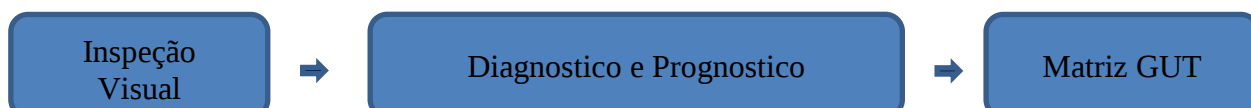


Fonte: Autoria própria (2019).

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesse trabalho foi retratado um estudo de caso realizado para atestar as manifestações patológicas em um hospital do interior, da mesma maneira que foi estudado quais as possíveis causas, dado possíveis diagnóstico e prognóstico e a criticidade das manifestações na edificação a partir da matriz GUT. Assim, para alcançar os objetivos da pesquisa, foi necessário percorrer três etapas, como mostra a figura 6.

Figura 6- Procedimento da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2019).

3.3.1 Levantamento de Subsídios

Nessa primeira etapa foram coletadas todas as informações possíveis e viáveis para fazer um bom diagnóstico do problema na etapa seguinte.

➤ Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica tem como objetivo informa-se e explorar as manifestações patológicas comumente encontradas; a investigação da causa e da origem das doenças na construção civil, expõe ainda, possíveis reparos ou medidas a serem tomadas para determinados problemas, além disto, mostra a importância da manutenção e do bom uso da estrutura para obter uma maior durabilidade e vida útil.

Esse trabalho foi realizado por meio de diferentes tipos de fontes, sendo elas: normas ou manuais técnicos, livros, pesquisas ou projetos na área, e teses ou dissertações sobre o tema. E todas as suas informações estão contidas no referencial teórico do trabalho.

➤ Pesquisa documental

Essa investigação se concentra em dados obtidos a partir dos documentos colhidos, como registros em arquivos públicos, projetos, entrevista com o secretário de saúde, fotos, etc.

➤ Vistoria do Local

A inspeção visual tem o propósito de definir de maneira sucinta a existência, extensão e gravidade do problema. Nessa etapa deve-se analisar o local, nesse caso foram feitas duas visitas in loco, sendo assim feitas todas as anotações possíveis (registros, fotos etc.) para análise de dados, e ensaios de abertura para classificação das fissuras, ensaios com um indicador ácido-base para determinação da carbonatação, além de fazer a anamnese (investigar as pessoas envolvidas no caso).

3.3.2 Diagnostico e Prognostico

Vale salientar a dificuldade de concepção do diagnóstico e o prognóstico, são fatores que atestam isso, seriam os diferentes e desconhecidos processos ocorridos em cada etapa da construção, porém a partir dos dados fornecidos buscou-se traçar algumas relações de causa e efeito a fim de identificar os principais motivos possíveis para os problemas encontrados.

Dessa forma foi feita a avaliação de todos os dados obtidos no levantamento de subsídios (pré-diagnóstico) que nos possibilitou gerarmos hipóteses de possíveis causas, diagnóstico e prognóstico para as manifestações patológicas encontradas. Com isso criamos o quadro 4 que catalogava todas essas informações no intuito de facilitar o entendimento.

3.3.3 Matriz Gut

E ao final, a realização da matriz GUT (Gravidade, Urgência, Tendência), foi essencial para melhor compreensão e qualificação dos resultados. Com tudo que foi exposto até então, podemos analisar as fragilidades, a criticidade da estrutura e a avaliar as diversas formas de manifestações patológicas no hospital.

A disposição da matriz se deu da seguinte forma:

Quadro 4 - Modelo de Matriz GUT

Manifestação Patológica	G	U	T	GUT	Criticidade

Fonte: Autoria própria (2019)

3.4 MATERIAIS UTILIZADOS

Na fase de inspeção visual, foram necessários alguns itens básicos e considerados, na maioria, de fácil acesso. Contudo, na segunda etapa foi usado um indicador ácido-base a para teste de carbonatação.

- Lápis e papel, para anotações sobre as manifestações.
- Smartphone com câmera digital e flash.
- Lupa
- Paquímetro
- Indicador ácido-base

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos nesse trabalho também serão separados e discutidos por um quadro para melhor entendimento. Uma vez que é muito complexo a definição de um resultado quando se trata de uma edificação, pela incerteza e a variedade de possibilidades quanto a causa e origem das manifestações. Frisando ainda que algumas manifestações patológicas são causadas devido a outras manifestações.

As visitas às instalações hospitalares nos permitiram alcançar resultados que nos dessem embasamento para elaborar uma tabela que comportasse todas as etapas desse estudo de caso, desde o registro fotográfico até o prognóstico adequado.

4.1 DIAGNÓSTICO E PROGNOSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS NO ESTUDO DE CASO

Através da entrevista, dados e informações levantados com o secretário municipal de saúde respeito das manifestações patológicas, constatou-se que durante muitos anos a estrutura não recebeu nenhum tipo de material protetor ou manutenção. Além disso, a única reforma que a edificação recebeu foi um reforço estrutural nos pilares do reservatório superior, pois os mesmos encontravam-se em estado avançado de deterioração.

Relata-se também sobre as reclamações e insegurança dos moradores com o cenário atual que o hospital se encontra, bem como a insatisfação com a falta de manutenção adequada e negligência da Prefeitura em resolver esses problemas durante todos esses anos.

Pelo processo de inspeção visual, constamos as danificações em grande parte das estruturas. Através de fotos e análise do estudo de caso, houve identificação dos sintomas e possíveis causas e origem, apresentando diagnóstico e prognóstico adequadas quanto ao visualizado na vistoria, conforme o quadro 5. Além disso, os dados que foram coletados na vistoria e a análise realizada por este quadro fornecem informações fundamentais para aplicação nesta pesquisa pelo método GUT.

Quadro 5 – Matriz de diagnostico e definição de conduta de manifestações patológicas

Imagem das manifestações patológicas	Inspeção visual (Sintomas)	Possível causa e Origem	Diagnostico	Prognostico
Figura 7- Faixada Externa  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada na alvenaria da faixa externa amarela do hospital. Manchas pretas, mofo.	Excesso de humidade. Fase de execução ou manutenção	Eflorescência/Manchas.	Trata-se de um problema desagradável, pelo má aspecto, pois aparentam falta de limpeza para os pacientes e funcionários do hospital. Porém sem os devidos reparos pode levar a lesões, tais como deslocamento do revestimento ou pinturas, e desagregação das paredes.
Figura 8- Pilar do corredor  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada no pilar do corredor. Início de esmagamento do pilar, proteção mecânica totalmente deteriorada, óxido de ferro por toda armadura, aumento de seção das barras e estribos quebradiços.	Corrosão acentuada. Má distribuição dos estribos; Má distribuição das barras (união de duas barras em apenas 1 vértice do pilares); Armadura insuficiente; Cobrimento espesso (fino); Resultantes da deposição de produtos de corrosão de elementos metálicos (óxidos) e que são transportados pela água. Fase de execução e projeto.	Trinca acentuada na vertical;	A peça se encontra em um condicionamento do ELU. Caso não seja feito o reforço imediato dos pilares o mesmo pode chegar ao colapso, tanto por falta de contenção a flambagem, quanto por falta de armadura efetiva suficiente.

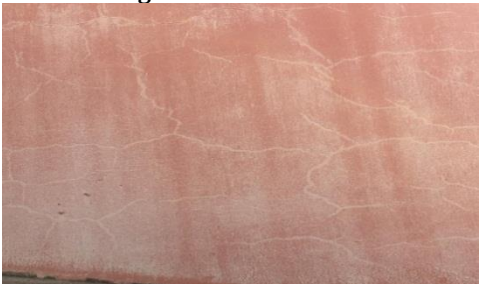
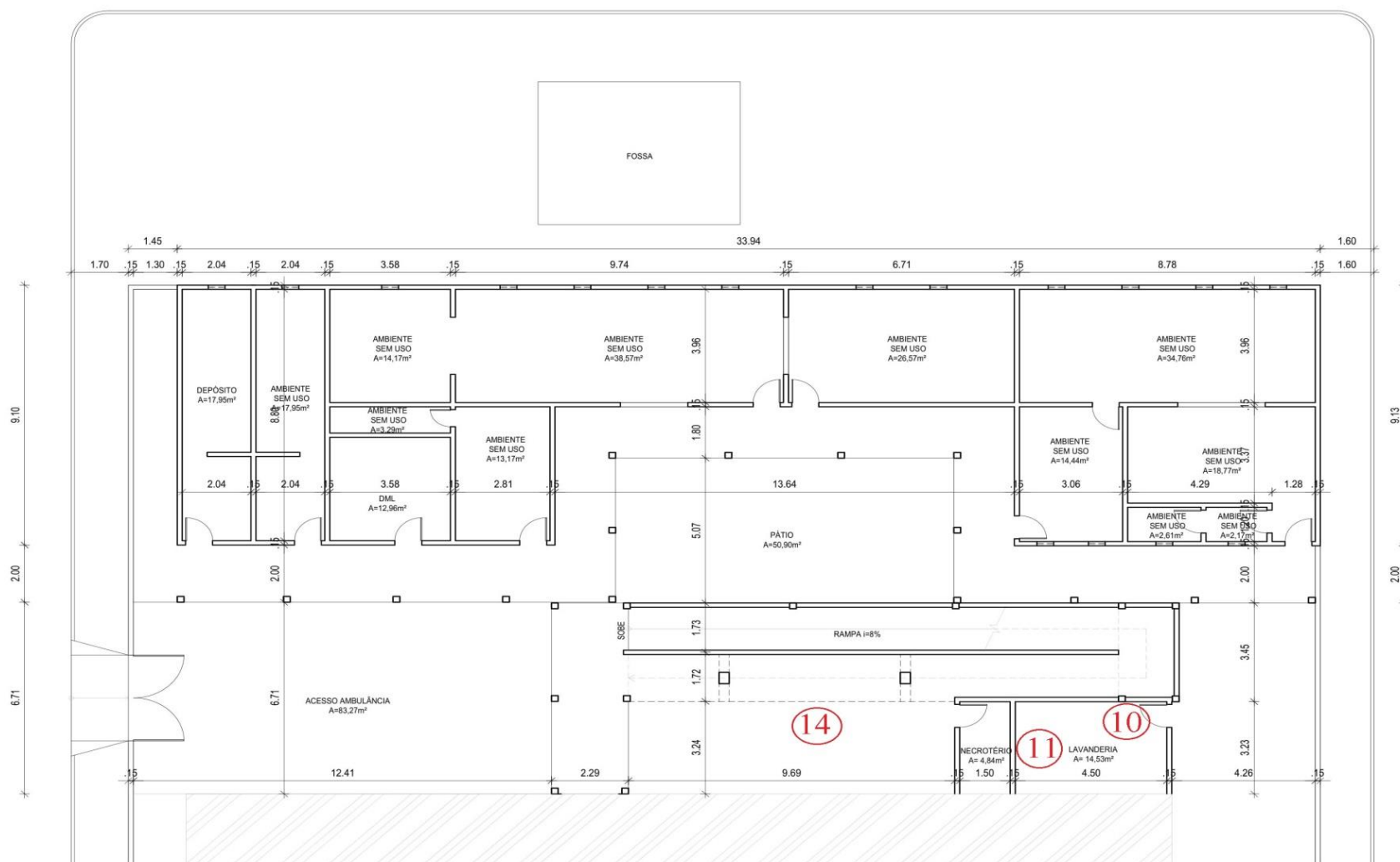
Figura 9 - Enfermaria  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada na parte externa da enfermaria. Fissuras no sentido da percolação da água	São decorrentes da retração da argamassa; Excesso de finos; Excesso de cimento; Aumento de temperatura (processo de exsudação). Fase de execução.	Fissura mapeada.	Devido as fissuras se manifestarem passivamente não existe possíveis danos a estrutura do hospital, pois se encontram estabilizadas.
Figura 10- Lavandeira  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada na lavanderia. Fissura no sentido da antiga esquadria/cobogós.	Devido a dilatação dos diferentes corpos, ou seja, coeficientes de dilatação diferentes, fissuram no sentido da antiga esquadria/cobogós. Fase de execução.	Fissuras geométricas.	Caso não for feito o reparo a depender do nível de deformação podem se aumentar as fissuras e com isso causar infiltração no cômodo.
Figura 11 - Lavandeira  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada na alvenaria interna da lavanderia. Fissuras das junções da alvenaria, cantos das paredes.	Retração térmica da alvenaria	Fissuras geométricas.	A deformação da alvenaria pode aumentar e as condições de apoio ser afetadas causando um desmembramento entre alvenaria pilar.

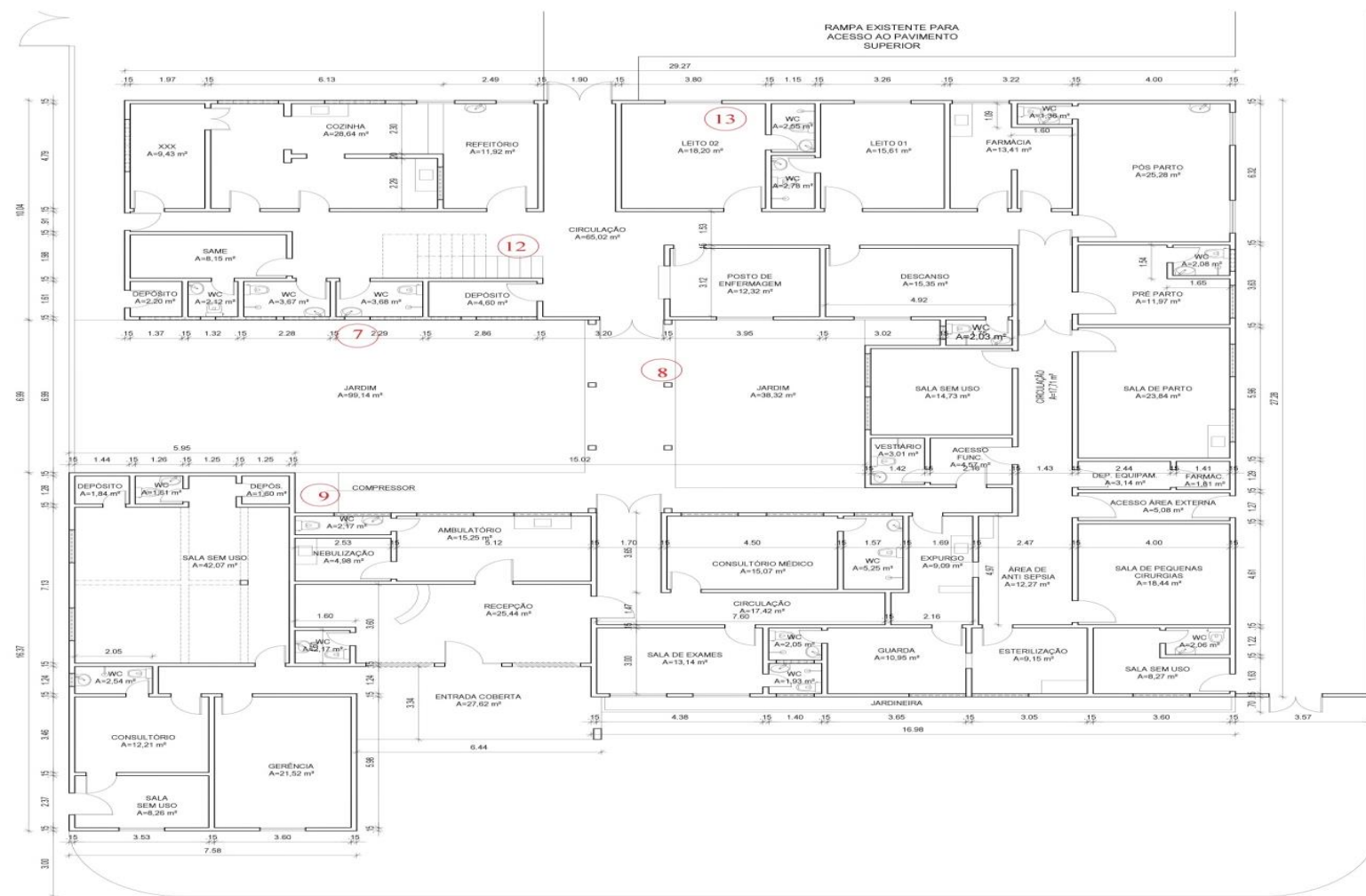
Figura 12- Rampa  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada na alvenaria interna da rampa. Manchas pretas.	Pela humidade e pela capilaridade, já visto diversos pontos no hospital apresentarem o mesmo problema. Falta de impermeabilização nas fundações Fase de execução	Eflorescência/Manchas.	A depender da pressão capilar os níveis de humidade podem aumentar e comprometer a estrutura da escada que está próxima.
Figura 13 - Leito  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada na alvenaria do leito hospitalar. Manchas escuras.	Infiltração. Por causa da humidade devido a problemas com a cobertura do hospital. Fase de execução	Eflorescência	Trata-se de um problema desagradável, pelo mau aspecto, pois aparentam falta de limpeza para os pacientes e funcionários do hospital. Porém sem os devidos reparos pode levar a lesões, tais como deslocamento do revestimento ou pinturas, e desagregação das paredes.
Figura 14 – Laje  Fonte: Autor (2019)	Manifestação localizada na laje do reservatório superior. Fissura na horizontal.	Devido aproximação no apoio; omissão ou falha de armaduras positiva, falta de cobrimento da classe coerente com a região, variação térmicas, erro na distribuição da armadura principal.	Fissura.	Caso não seja feito o reparo a fissura pode aumentar, facilitando o maior grau de corrosão, e perda nas seções de aço e concreto fazendo a peça chegar ao colapso.

Figura 15 - Planta Baixa do pavimento 01



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 16- Planta Baixa Térreo



Fonte: Autoria própria (2019)

Trata-se inicialmente, que o diagnostico não é uma etapa fácil de ser analisada, pois para uma melhor especificação da incidência é necessários análises por diversos ensaios não realizados a priori no trabalho.

A partir do quadro 5 pode-se ser mais específico quanto as formas de ocorrência dos problemas patológicos mais encontrados, um exemplo claro, seriam as aberturas na superfície de concreto, algumas com parte das armaduras expostas, causada pelo mecanismo da corrosão eletroquímica, que seria a causa mediata das manifestações.

Na *figura 7*, referente a faixada externa, identificamos sintomas, manchas pretas, mofo, possivelmente proveniente da humidade, do intemperismo físico que a mesma esta diariamente em contato. Quanto a origem provavelmente na fase de execução ouve a negligencia na camada mecânica protetora ou mesmo, o uso de tintas não apropriadas para ambientes externos.

Em todos os pilares do corredor de acesso (ao todo são 8 pilares), encontramos a mesma deficiência, fissuras acentuadas na vertical. Constatou-se o início de esmagamento do pilar que se dá devido a má distribuição ou dimensionamento errôneo dos estribos, pois a função do mesmo é o confinamento da massa de concreto aliado a contenção das barras longitudinais impedindo a flambagem das mesmas; Má distribuição das barras (união de duas barras em apenas 1 vértice do pilares); A proteção mecânica totalmente deteriorada, corrosão por toda armadura e o deslocamento do concreto, tendo como principal causa o processo de carbonatação, que é influenciado diretamente pela presença de água;

Se tratando da origem dos problemas, não se tem verdade absoluta se a causa primária foi na execução ou na etapa de projeto, pois não tivemos acesso ao projeto estrutural, para avaliarmos as especificações e espessuras, e não sabemos ao certo como foi o processo de execução.

Ainda na *figura 8* vimos o grave risco de deterioração dos pilares, então utilizamos o ensaio de carbonatação para comprovar com um indicador ácido-base, como mostrado na *figura 17* e *figura 18*. As colorações lilases e azuis mostram um ph neutro do concreto, indicando a presença do carbonato de cálcio (indicador da carbonatação).

Figura 18 - Pilar com Carbonatação detectada **Figura 17 - Detalhe de carbonatação**



Fonte: Autoria própria (2019)

Referente à *figura 9*, na parte externa da enfermaria, foi visto que as fissuras são uniformes, em forma de mapas, conhecidas como fissuras mapeadas. Elas fissuram no sentido da percolação da água, podem ter sido originadas por retração da argamassa e alta exposição a temperaturas altas da cidade. Devido a exposição direta da parede com as altas temperaturas e a precárias condições de execuções em prédios públicos no passado, pode-se supor tal diagnóstico.

A *figura 10* demonstra a manifestação localizada na lavanderia. As fissuras geométricas certamente tiveram sua origem por conta da má execução, as mesmas aparecem no sentido da antiga esquadria/cobogós, devido a deformação dos diferentes corpos, ou seja, possuem rigidezes diferente do restante da alvenaria, portanto trabalham com coeficientes de dilatação diferentes.

Manifestação localizada na alvenaria interna da lavanderia, como mostra a *figura 11*, são fissuras das junções da alvenaria, nos cantos das paredes, são chamadas de fissuras geométricas, acredita-se que foi causada por retração térmica, ocorre pela perda de água do concreto por exsudação, em seu estado fresco. Este processo é acelerado pela exposição de sua superfície às intempéries como aumento da temperatura ambiente;

Na alvenaria interna da rampa do corredor é um exemplo nítido na *figura 12*, nesse caso a principal causa da incidência patológica é a eflorescência, se manifestam como manchas

pretas, mofos e que pode ter sido ocasionada, pela humidade e pela capilaridade, aja visto diversos pontos no hospital apresentarem o mesmo problema. Além disso, sabe-se que construções antigas apresentavam falta de impermeabilização nas fundações, umas das causas principais da eflorescência.

A *figura 13* apresenta manchas escuras no leito hospitalar, existindo uma relação devido a problemas com a cobertura do hospital, por conta da humidade presente na alvenaria. Sabe-se que esses problemas intensificam na época do inverno, mostrando ser um diagnóstico plausível.

Por último, as fissuras localizadas na laje, visto na *figura 14*, podem ter acontecido por diferentes causas, seriam elas: Excessivo cortante devido aproximação no apoio; Omissão ou falha de armaduras positivas; Variações térmicas e erro na distribuição da armadura principal. As fissuras demonstram que podem estar com um comportamento ativo e que comprometem a segurança do Hospital.

Quadro 6 – Matriz GUT

Manifestações Patológicas	G	U	T	G x U x T	Criticidade
	2	1	1	2	Não crítico
	5	5	5	125	Crítico
	2	1	1	2	Não crítico
	2	1	2	4	Não crítico

	2	3	2	12	Não crítico
	2	2	3	12	Não crítico
	2	2	2	8	Não crítico
	3	3	4	36	Crítico

Fonte: Autoria própria (2019)

A partir dos resultados obtidos pelo quadro 6 , avaliamos o grau de prioridade e vemos que temos apenas duas manifestações se encontram em estados críticos, são eles, o pilar representado na *figura 8*, e a laje do reservatório superior na *figura 14*, são os que indicam maior risco, uma maior gravidade e urgência para serem reparados, pois se tratando das doenças patológicas, os mesmo afetam a segurança da estrutura, ou seja, estão relacionados com uma maior rapidez de alcance do estado limite ultimo e possivelmente podem chegar ao colapso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se inicialmente a grave criticidade das estruturas de concreto que comprometem diretamente a segurança da edificação, principalmente por se tratar de um prédio público e evidenciando ser um hospital, ou seja, trata-se não apenas da quantidade de pessoas que ali transitam, mas de assegurar os cuidados básicos que a população requer.

Afirma-se também que os resultados oriundos dos problemas de umidade têm extrema relevância na análise de criticidade do prédio, haja vista que os ambientes em questão, que deveriam ser limpos e agradáveis, causam repulsa nos usuários através das causas de manchas, bolor e fungos.

De tal modo ressalta-se a necessidade de manutenção periódica e reformas no hospital, pelo fato de que elas diminuiriam e até poderiam erradicar as manifestações patológicas, como por exemplo, as infiltrações e fissuras.

Por fim, é crucial fazer-se ensaios mais aprofundados para se obter um diagnóstico mais preciso e com isso usar as terapêuticas cabíveis a cada uma delas, pois as doenças patológicas na construção civil afetam diretamente as características das estruturas que são necessárias para o desempenho, durabilidade e vida útil das mesmas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575:2013**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro. 2013

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6118:2014**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro. 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5674:1999**: Norma de Manutenção. Rio de Janeiro. 1999.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9575:2003**: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro. 2003.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12654: 1992**: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto. Rio de Janeiro, 1992.

AGUIAR, J.E. **Patologia e Durabilidade das Estruturas de Concreto**. Notas de aula (especialização em construção civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte: 2014. 298 p.

ALMEIDA, I. R. **Influência da resistência à abrasão do agregado na resistência à abrasão de concretos de alto desempenho**. In: Congresso Brasileiro do Concreto – REIBRAC, 42, 2000, Fortaleza. Anais. São Paulo: IBRACON, 2000 (CD Rom)

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimento de Fachada em Brasília- Sistematização da Incidência de Casos**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicado E.DM-001A/10, Departamento de Engenharia Civil, e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília- DF, 178p.

ANDRADE, T.; SILVA, A.J.C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella. (Ed) Concreto: In.: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005, V.1, Cap. 32

ANDRADE, W. P. **Abrasão do concreto de superfícies hidráulicas**. In: Congresso Brasileiro do Concreto. REIBRAC, 34, 1992, Curitiba - PR. Anais. São Paulo: IBRACON, 1992 (CD Rom)

ANGELO, M.V.A. **Análise das patologias das estruturas em concreto armado do estádio Magalhães Pinto – Mineirão**: Escola de engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

AZEVEDO, Minos Trocoli. et al. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Ibracon, 2011. 1902p, v.2

BAUER, R. J. F. et al. **Influência dos endurecedores de superfícies sobre a resistência ao desgaste por abrasão** In: Congresso Brasileiro do Concreto– REIBRAC, 44, 2002, Belo Horizonte - MG. Anais. São Paulo: IBRACON, 2002 (CD Rom)

BARBOSA, D.C.; BARDELLA, P.S.; CAMARINI, G. **Avaliação da Carbonatação natural em concretos produzidos com e sem sílica ativa submetidos a diferentes procedimentos de cura**. Anais do 47º Congresso Brasileiro de Concreto. 2005. p. 15.

BERTOLINI, L. **Materiais de Construção - Patologia, Reabilitação e Prevenção**. São Paulo, Oficina de Textos, CIDADE. 2014.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003. 335 p.

BRITO, Thaís Farias de. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método GUT: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior**. 2017. 79 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

CAPELLO, A. et al. **Patologia das Fundações**. 2010. 115f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade Anhanguera de Jundiaí, Jundiaí, 2010. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/54137409/PATOLOGIA-DE-FUNDACOES-TCC>>. Acesso em: 14 nov. 2018.

CARMONA FILHO, A. **Patologia das Estruturas de Concreto**. São Paulo: Curso CIPERC da ABCP, 2000. 98p.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto**: inspeção e técnica eletroquímicas. São Paulo: PINI, 1997. 237 p.

CASOTTI, Denis Eduardo, 2007. **Causas e recuperação de fissuras em alvenaria**. Universidade de São Francisco. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1061.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2018.

CASTRO, L. **Materiais de construção – Patologia das Edificações 2**. São Paulo, Centro de Eventos-Amostra Científica. 1994.

CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2018.

DAL MOLIN, D.C.C. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.

DAYCHOUM, M.. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.

DUARTE, R.B. Correlação de fissuras em Alvenaria. In: SEMINARIO SOBRE MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre: CPGE/UFRGS, Set. 1988. P.87-98.

FERREIRA, Rui Miguel. **Avaliação dos ensaios de durabilidade do betão**. 2000. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000.

FORTES F., Jorge. **Patologia e terapêutica das construções: um panorama**. Revista da “Jornada Professor Hernani Sobral”, Salvador, v. único, p. 53-60, 1994.

GARCIA, Cilene de Cassia. **Incidências Patológicas no Subsistema Estrutura de Edifícios Habitacionais na Região de São Carlos/SP**. 1999. 295 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências e Engenharia dos Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999. Disponível em: <file:///D:/Users/%C3%89rika/Downloads/Dissert_Garcia_CileneC.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. - São Paulo: Atlas, 2002.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Contribuição ao Estudo da Corrosão em Armaduras de Concreto Armado**. 1993. 248 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44536119/TD1Paulo_Helene.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1549603810&Signature=CKbqmpCE5%2BcPJBrgh5ZtFdh3XA4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUNIVERSIDADE_DE_SAO_PAULO_ESCOLA_POLITEC.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. Concreto de Cimento Portland. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2010. Cap. 29. p. 905-944.

HELENE, Paulo R. L. **Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto**: Reparo, Reforço e Proteção. São Paulo: Red Rehabilitar, editores, 2003.

KLIMPEL, E. C.; SANTOS, P. R. C. **Levantamento das manifestações patológicas presentes em unidades do conjunto habitacional Moradias Monteiro Lobato**. Trabalho de

Conclusão de Curso (Especialista em Patologia nas Obras Civas) – Instituto IDD, Curitiba, 2010, 98p.

LIANTAS, Lauren Cristina. **Estudo de caso: análise de patologias estruturais em edificação de gestão pública**. 2010. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Construção de Obras Públicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Censo Demográfico, 2010**. Disponível: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/alto-santo/panorama>. Acesso em: 11 de jan. de 2019.

JONH, V. M. **Avaliação da durabilidade dos materiais, componentes e edificação-emprego do índice de degradação**. Porto Alegre, 1987. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científico**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LAPA, J. S. **Patologia, Recuperação e Reparo das Estruturas de Concreto**: Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 2008. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

LANER, Felice José. **Manifestações Patológicas nos Viadutos, Pontes e Passarelas no Município de Porto Alegre**. 2002. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil., Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia., Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/2475>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

LIBÓRIO, J. B. L (1991) – **Estruturas de Argamassa Armada: Principais defeitos e Causas**. In XXV Jornadas Sul Americanas de Engenharia Estrutural, Rio Grande do Sul, 1991. Anais. V. 5, p.349-360

LIMA, M.G. **Inibidores de corrosão: avaliação da eficiência frente à corrosão de armaduras provocada por cloretos**. São Paulo, 1996. 174p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

LICHTENTSTEIN, N.B. **Patologia das construções; procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações.** Dissertação de mestrado. São Paulo: USP / Escola Politécnica, 1985. 191 p.

LORDSLEEM Jr., A.C. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação.** São Paulo, 1997. 174p. Dissertação (mestrado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MARSHALL, Jr. Et al. **Sistema de Gestão da qualidade.** 9ed. Rio de Janeiro: editora FGV, 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto- Estrutura, Propriedades e Materiais.** São Paulo. PINI, 1994.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: IBRACON, 2008.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente.** São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

NAZARIO, Daniel; ZANCAN, Evelise C. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** Santa Catarina, 2011. Disponível em:<<http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/151/Daniel%20Nazario.pdf?sequen e=1>>. Acesso em: 15 de dez. de 2018.

NORONHA, Juliana Gomes. **Estudo Multicaso de Manifestações Patológicas em Reservatórios de Concreto Armado na Cidade de Tabuleiro do Norte - CE.** 2018. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA), Pau dos Ferros, 2018.

OLIVARI, Giorgio. **Patologia em Edificações.** defesa – trabalho de conclusão de curso, graduação em engenharia civil, dissertação. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi. 2003. 95p

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil**. 2013. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PERIARD, G. **Matriz GUT: Guia Completo**. 2011. Disponível em: <<http://www.problemas.com.br>>. 1. ed. São Paulo: Art & Ciência, 2001. Acesso em: 15 de dez. de 2018.

POSSAN, E.; DEMOLINER, C.A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: ABORDAGEM GERAL**. Revista Técnico Científica, v. 1, n. 1, 2013.

ROCHA, Bruno dos Santos. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E AVALIAÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**. 2015. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <file:///D:/Users/%C3%89rika/Downloads/manifesta__es_patol_gicas_e_avaliao_de_estruturas_de_concreto_armado.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2019.

RODRIGUES, J. R. G. **O empreendedor e o franchising: do mito à realidade**. São Paulo: Érica, 1998.

RODRIGUES, W. C. **Metodologia Científica**. Paracambi: FAETEC/IST, 2007. Disponível em: <http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_cientifica.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2018.

SAHADE, Renato Freua. **Avaliação de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação**. 2005. 188 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Planejamento e Tecnologia, Instituto Tecnológico do Estado de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <http://cassiopea.ipt.br/tde_arquivos/teses/%7BB8E42DBC-E66A-49EE-9DC9-0360B48025F4%7D_2005_HAB_Renato_Freua_Sahade.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2019.

SCHIESSL, P. Protection of reinforcement: Part 1. In: **Durability of Concrete Structures**. 1983, Copenhagen. **proceedings. Copenhagen**: CEB-RILEM, Bulletin D'Information, n. 152, 432 p., p. 241-98.

SIEMES, A.J.M., VROUWENVELDER, A.C.W.M., VAN DEN BEUKEL, A. **Durability of building: a reability analysis**. Heron, v. 30, n. 3, 1985.

SILVA, Fernando Benigno da et al. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. *Téchne*, [s.i.], v. 174, n. 19, p.1-10, set. 2011. Disponível em: <<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2011/07/Artigo-Techne-174-set-2011-Prof.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

SOUZA, V.C.M., RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Editora Pini, 1998.

SOMERVILLE, G. **Residual service life of concrete structures**. Report IABSE Colloquium. v 67, Copenhagen, Dinamarca, p.29-16.

SOTILLE, Mauro Afonso et al. **Gerenciamento do escopo em projetos**. 3 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2014.

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

THOMAZ, E. **As causas de fissuras**. *Téchne*, São Paulo, ano 07, nº 36, p.44-9, Set/Out 1998.

TRUCOLO, Ana Cristina et al. MATRIZ GUT PARA PRIORIZAÇÃO DE PROBLEMAS – ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DO SETOR ELÉTRICO. **Revista Tecnológica / ISSN 2358-9221**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 124 - 134, dec. 2016. ISSN 2358-9221. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/183>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

TUTIKIAN, B. **Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil**. Porto Alegre: Boletim Técnico ALCONPAT Internacional, 2012

VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

VIEIRA, Matheus Assis. **Patologias Construtivas**: Conceito, Origens e Método de Tratamento. Revista online IPOG ESPECIALIZE, DEZ.2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.