

INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA EM UMA EDIFICAÇÃO CORPORATIVA NO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS – RN

Saulo Freire da Silva¹ Gustavo Marques Calazans Duarte²

(1) UFRSA-Caraúbas. Graduando em Engenharia Civil. saulofreire1@hotmail.com

(2) Departamento de Engenharia da UFRSA-Caraúbas. Mestre em Engenharia Civil. gustavomcalazans@live.com

Resumo: As manifestações patológicas em uma estrutura são resultantes de um conjunto de fatores, que desencadeiam diversos problemas nas edificações. O conhecimento da origem desses problemas são de extrema importância, visto que um correto diagnóstico da anomalia é necessário para se determinar quais providências devem ser tomadas diante de uma construção que apresenta alguma incidência patológica, sendo possível agir de forma eficiente, recuperando-o e aumentando sua vida útil. Dessa maneira, esse trabalho traz um estudo patológico de um prédio no município de Caraúbas, onde inspecionou-se as manifestações patológicas, realizou-se seu diagnóstico e aplicação da metodologia da matriz GUT, que define as prioridades a partir dos valores dos fatores de riscos ($Fator\ de\ Risco = G \times U \times T$), quanto maior o fator, mais prioritário será a busca para a solução do problema. O Método GUT serviu para o estabelecimento da ordem de prioridade de resolução entre os problemas encontrados, sendo possível realizar a categorização dos riscos referentes às manifestações patológicas avaliadas. É visto também que o maior número manifestações patológicas se encontram no bloco administrativo e no muro de proteção da edificação, onde, nota-se que é fundamental a realização dos reparos e ações interventivas por se tratar de uma edificação que é concedido para a alocação de funcionários.

Palavras-chave: Patologia. Manifestações patológicas. Durabilidade das edificações. Diagnóstico.

1 INTRODUÇÃO

A humanidade sempre precisou de moradia para garantir as condições adequadas de sobrevivência, assim, vem adquirindo conhecimento para construir edificações, visando sempre atender suas necessidades e exigências. No entanto, há a existência de alguns problemas que afetam diretamente as edificações, esses problemas são chamados de patologias. As manifestações patológicas nas edificações podem ocasionar uma redução da sua vida útil, podendo estar diretamente relacionada com o comportamento dos materiais ou os componentes da edificação.

Existe uma importância muito grande na preservação e manutenção das edificações e patrimônios sejam eles públicos ou privados. No intuito de conservar, defender e aproveitar os recursos dispostos pelos patrimônios construídos, temos que fazer que consigam uma aptidão de resposta com as exigências atribuídas e conseguir soluções economicamente viáveis e de preservação do patrimônio [1].

Patologia é entendido como o estudo das manifestações, que ao longo da vida útil de determinado edifício, prejudicam o seu desempenho e diminuem a durabilidade dos mesmos. Desse modo, é importante conhecer, em primeiro lugar, as variadas origens que conduzem ao aparecimento das manifestações [4]. As manifestações patológicas, são anomalias, um mecanismo de degradação, podem ser oriundas dos erros de concepção, da falha no projeto, da falha na etapa de construção, da má qualidade dos materiais utilizados, por uso inadequado da edificação e falta de manutenção [2].

As manifestações patológicas também são responsáveis por uma parte importante da manutenção, de modo que a maioria das intervenções de manutenção nas edificações poderia ser evitada se houvesse um melhor detalhamento do projeto e da escolha apropriada dos materiais e componentes da construção [2].

Os erros construtivos podem ocasionar manifestações patológicas nas estruturas, assim, existe a fundamental importância de se conhecer os aspectos de causa e consequência para diagnosticar tais problemas. Quando se fala em recuperação dos problemas patológicos, os reparos nas edificações tendem a ser mais duráveis, mais fáceis de executar e muito mais baratos quando mais cedo forem executadas [3].

Ao longo da vida das edificações, devem existir preocupações de manutenção e reabilitação, pois, mesmo sendo uma construção que tenha atingido as exigências das normas e técnicas construtivas, ela irá estar sendo exposta a intempéries e mecanismos de degradação que levam aos mais diversos tipos de construções a adquirirem manifestações patológicas e problemas que se deterioram mais ainda com a ausência de manutenção.

Essas manifestações, estão relacionadas ao Estado Limite Último e Estado Limite de Serviço da obra que tem por meio garantir a segurança e o conforto, quando não em conformidade com a NBR 6118 – Estruturas de concreto armado – Procedimento (ABNT, 2014) a estrutura pode vir a ruir.

Os diversos problemas patológicos apresentam manifestações externas peculiares, e assim, pode-se entender qual a sua real natureza, a sua origem e os mecanismos dos fenômenos que estão envolvidos, também conseguindo estimar suas prováveis consequências. Esses problemas são evolutivos e tendem a agravar-se com o passar do tempo [3].

O presente trabalho visa analisar as manifestações patológicas em uma edificação do município de Caraúbas-RN, de modo a estabelecer seu diagnóstico, aplicar a matriz GUT para melhor entendimento e definir os níveis de criticidade da edificação.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Fundamentação Teórica

2.1.1 Patologia e manifestação patológica

A palavra Patologia significa em grego (páthos, doença, e logos, estudo), essa palavra é comumente utilizada em diversas áreas da ciência. Nas áreas de Ciências Biológicas é bastante utilizada, por se tratar de estudos que investigam as possíveis alterações estruturais e funcionais das células, dos tecidos e dos órgãos, provocados por doenças. Na engenharia, a patologia nas edificações trata-se ao estudo de problemas dos edifícios e as alterações que esses problemas podem vir a causar, essas patologias na maioria das vezes são adquiridas durante a execução da obra [4].

As manifestações patológicas das construções podem ser compreendidas, analogamente à ciência médica, como a área da engenharia que estuda os sintomas, formas de manifestação, origens e causas das doenças ou defeitos que podem vir a se propagarem nas edificações. Ainda segundo o autor a manifestação patológica é uma ciência relativamente nova, que estuda os mais variados problemas a que as construções estão expostas, podendo ser eles resultantes de falhas de projeto, de execução, mau uso ou o envelhecimento natural das edificações [5].

Congruentemente têm-se uma diferença entre patologia e manifestação patológica, esta última é a exibição decorrente de um mecanismo de degradação. Já 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 [4].

As definições de patologia e manifestações patológicas são empregados de forma equivocada em que tanto os leigos quanto os técnicos comentem esse engano de empregar patologia, onde na verdade a designação correta seria manifestações patológicas. 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 [6].

A grande importância em estudar as patologias e manifestações patológicas nas edificações é devido aos mais diversos problemas que aparecem precocemente nas construções, por esse motivo foi criada uma área dentro da engenharia preocupada com o entendimento cientificamente da origem, a causa, o comportamento e o tratamento para com os danos nas estruturas, intitulada de Patologia das Construções [7].

Na engenharia civil, a Patologia das Construções é a parte da engenharia que investiga o comportamento indesejado de elementos que constitui uma edificação, essa nova área da engenharia das construções se preocupa com o estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas[8]. Ripper e Souza [8] também definem as manifestações patológicas como anomalias encontradas nas construções que possam vir a comprometer o desempenho da edificação e seus elementos. Esses eventuais problemas podem ocorrer nas estruturas, na vedação, nos componentes de abastecimentos (dutos elétricos, hidráulicos, etc.), entre outros.

De acordo com Andrade [9] diz que é de grande relevância o estudo da Patologia das Construções, pois dessa forma fica mais fácil a divulgação das manifestações patológicas mais corriqueiras, como também, o conhecimento do progresso que cada patologia pode vir a ter prejudicando mais ainda a vida útil da construção. Ainda segundo o autor, esses estudos podem permitir o auxílio na prevenção de problemas, tendo uma atenção redobrada no controle de qualidade, revisando as normas para com os problemas, condicionando novos métodos construtivos e ajudando nos aprimoramentos de forma a reduzir os custos de reparação. Quanto antes identificados os problemas, menor o custo para reparo dos elementos desgastados.

2.1.2 Durabilidade das Edificações

Estudos realizados mostram que os problemas patológicos que aparecem nas construções durante sua vida útil são originados na fase inicial de uma edificação, com maior percentual na fase de execução, isso mostra a grande importância da realização de um sistema de gestão da qualidade para a execução de obras [10].

Segundo Ripper e Souza [8] a incidência dos problemas patológicos nas edificações causa uma redução da sua vida útil, que está diretamente relacionada com o comportamento dos materiais ou componentes da edificação. Tanto os custos como as dificuldades técnicas para a recuperação de falhas que se originam na fase de concepção e projeto, aumentam de acordo com a estrutura sendo construída, assim, após a obra concluída, a falha surgida na etapa de concepção, encarecerá muito mais a construção, do que um erro que possa aparecer na fase de utilização, no final do processo.

Conhecidas ou estimadas, as particularidades de degradação do material concreto, e dos sistemas estruturais, constata-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 [8].

A NBR 15575 [11], determina o conceito sucinto e simplificado de vida útil como uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes. Assim como Oliveira [3] diz, que vida útil de uma construção 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.

Ao longo da sua vida útil as edificações estão submetidas à ação de vários agentes que contribuem para a diminuição de sua resistência. Assim, 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 [12].

As manifestações patológicas na engenharia são bastante relacionadas também aos ELS e ELU, respectivamente a Estado Limite de Serviço e Estado Limite Ultimo, esses representam os estados de estudo que são considerados durante uma avaliação. Ainda pelo autor, no ELS são consideradas manifestações que quando vistas não são agradáveis, mas que não tem grande impacto na disposição das cargas estruturais, portanto não são graves para a estabilidade da obra [13].

2.1.3.Fase das Falhas Patológicas

A conservação de uma construção 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. Particularmente, cada uma dessas etapas exerce um papel de grande relevância no que se refere à durabilidade da estrutura, podendo a deficiência de uma delas influenciar negativamente na durabilidade das estruturas de concreto [8].

De acordo com Cremonini [14] as fontes das patologias da construção civil podem ser externas, quando os agentes responsáveis não são gerados por erros humanos, ocorrência de agentes nocivos do meio ambiente, ou internas, são as que têm origem durante o processo construtivo e podem ser subdivididas em três: congênicas, construtivas e de uso. As congênicas são originadas na fase de planejamento e projeto; As construtivas são originadas na etapa de construção, sendo por falta de materiais ou mão de obra qualificada; E as de uso são decorrentes do uso inadequado da estrutura projetada e falta de realização de manutenção.

O período de concepção do edifício, engloba dois sub processos, o planejamento e o projeto, na etapa de planejamento, é onde é decidida a função da construção a partir das necessidades definidas pelo usuário, já na etapa de projeto, a função e o desempenho da edificação relacionam-se com o âmbito técnico, é uma etapa muito importante, pois é nesta que serão escolhidos os métodos e materiais a serem utilizados, bem como o projeto da estrutura como um todo e gerenciamento do processo construtivo [10]. As falhas no estudo preliminar, falhas de anteprojeto, falhas no projeto final de engenharia, podem induzir a escolha de elementos de projeto inapropriados e na geração de defeitos alterando o desempenho, durabilidade e até mesmo a vida útil da edificação [15].

Ao longo da etapa de execução do projeto, os defeitos na maioria das vezes são relativos à qualidade da mão de obra. Dessa forma, é indispensável o treinamento dos operários, tendo em vista que a relação custo benefício é relativamente boa, o treinamento de equipes para a realização de serviços específicos do processo, acelera e otimiza a perda de materiais [3].

Nesta fase, é definitiva a necessidade do controle de qualidade e dos processos construtivos para não ter uma extensão dos problemas patológicos no futuro, pois cabe aos profissionais fazer o controle dos materiais utilizados durante a execução, como também fiscalizar se eles estão de acordo com o especificado no projeto e se sua utilização está sendo feita de forma correta e gerando o mínimo de perdas e insumos [14].

As manifestações patológicas que aparecem durante a fase de uso da edificação, comumente são resultantes da má utilização e falta de manutenção da edificação por parte do usuário, porém, não se pode inibir as construtoras e responsáveis técnicos pela estrutura, pois por falta de cartela à profissão, é comum que não haja a formulação de manuais de uso e manutenção das edificações, fator que auxilia o surgimento de problemas [8]. Diversas patologias que surgem durante a fase de utilização são originadas pelos usuários, através de diversos fatores como:

sobrecargas não calculadas no projeto, modificações estruturais improprias em função de reformas, utilização de produtos químicos com agentes agressivos, falta de programações de manutenção adequada, falta de inspeções periódicas para detecção de sintomas patológicos, danificação de elementos estruturais por impactos, erosão por abrasão, retração do cimento e excesso de deformação das armaduras [15].

A manutenção preventiva é a maneira mais barata e correta de se manter em boas condições de uso uma edificação. A falta de uma manutenção preventiva durante o uso do edifício pode até quintuplicar o custo para a realização de uma ação. As medidas corretivas são os reparos dos problemas levantados durante os trabalhos de diagnóstico, prognóstico e desenvolvimento das formas de intervenção. A essas atividades pode-se associar, geralmente, um custo de aproximadamente 125 vezes superior ao custo das medidas que poderiam ter sido tomadas durante as fases iniciais da construção [3]. A Figura 1 mostra a relação do custo quanto a intervenção ao passar do tempo.

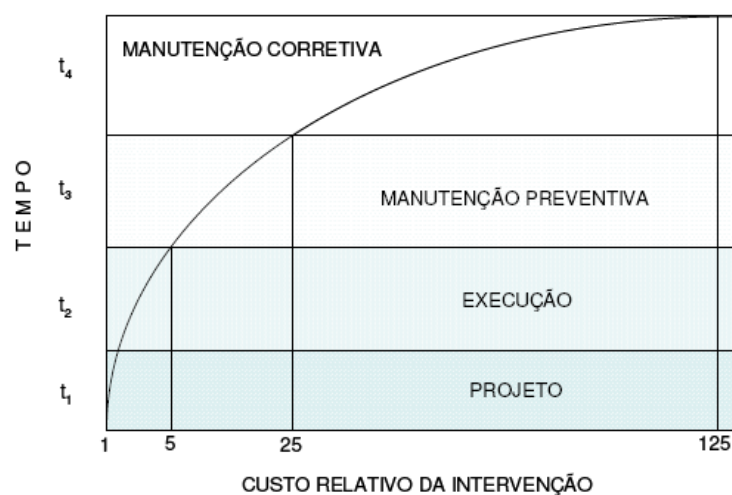


Figura 01: Custo de intervenção [3].

2.1.4. Manifestações Patológicas nos Elementos Estruturais

No Brasil, assim como em outros países, 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 [16].

O estudo da patologia das construções pode ser entendido como o ramo da engenharia que averigua os sintomas, causas e origens dos problemas construtivos que ocorrem no levantamento das edificações. A partir do estudo das fontes desses problemas, é possível de se evitar que a ocorrência das manifestações patológicas se torne algo corriqueiro nas edificações modernas [17]

O estudo da causa que gerou o problema é importante para que se possa prescrever a terapêutica adequada para o problema em questão, uma vez que se tratarmos os sintomas sem eliminar a causa, o problema tende a se manifestar novamente [3].

Existem diversas causas que podem levar a alguma ocorrência de fenômenos patológicos, desde o envelhecimento natural, acidentes, irresponsabilidade de profissionais e usuários que optam pela utilização de materiais fora das especificações ou não realizam a manutenção correta da estrutura, muitas vezes por razões econômicas, dentre outras [8].

Para se ter um entendimento melhor dos fenômenos patológicos que ocorrem em uma edificação, normalmente se busca a origem do problema exposto, uma relação de causa e efeito que possa ter gerado tal manifestação. Os problemas patológicos normalmente têm origem em algum erro ou falha atribuída em ao menos uma das fases do projeto [3].

O diagnóstico das patologias pode ser definido como a reconhecimento da natureza e origem dos defeitos, este processo caracteriza-se por não ser de fácil concepção. Encontrar as principais causas dos problemas não é tarefa fácil tendo em vista o número de processos apresentados pelas diversas etapas construtivas. Com a finalidade de evitar as dificuldades apresentadas na formatação de um diagnóstico completo, deve-se separar o processo de em etapas bem definidas, de maneira a não obtermos uma resposta errada da situação em debate, fato que na maioria das vezes acaba agravando a situação [14].

Logo após a realização da coleta de dados, modelagem da hipótese em questão e diagnóstico julgado adequado, como próximo prosseguimento têm-se a escolha da terapêutica a ser adotada, a estratégia de intervenção ou plano de ação com objetivo principal de resolução do problema. A escolha do procedimento a ser adotado, engloba decisões técnicas especificadas pelo responsável, como por exemplo, o tipo de material a ser usado, mão de obra e equipamentos. Inicialmente é feito o prognóstico da situação, onde se analisa a hipótese de reincidência do problema, e análise de várias alternativas de intervenção [17].

A escolha de uma alternativa de intervenção e formulação de um plano de ação adequado é viável se houver disponibilidade de recursos tecnológicos e financeiros para sua execução, sempre deve ser levada em consideração a engenharia financeira da terapêutica adotada, procurando a melhor relação custo/benefício aplicada à patologia, dentre os recursos tecnológicos pode-se citar as técnicas utilizadas para projetar e controlar a qualidade dos serviços e os materiais e equipamentos necessários, fatores de grande importância à eficácia do processo de resolução das manifestações patológicas [17].

2.1.5. Tipos de Manifestação Patológica

2.1.5.1. Eflorescência

A manifestação de tais problemas, várias vezes é decorrente da umidade excedente da própria argamassa ou até mesmo dos tijolos, vazamentos em tubulações e falhas do sistema de impermeabilização, tais eflorescências são causadas pela umidade (H₂O), que reage com os elementos químicos do cimento trazendo as manifestações patológicas à tona. A umidade causa também a desagregação da argamassa e descolamentos por baixa aderência das camadas do revestimento, causadas por erros de execução [17].

As patologias das impermeabilizações podem ser dos mais diversos tipos, dentre os principais pode-se citar a corrosão dos elementos de aço componentes da edificação, degradação do concreto por dissolução de sais e lixiviação, degradação de forros e elementos de gesso através de bolor ou descolamento da pintura, desagregação dos elementos de argamassa decorrente da perda gradual do caráter aglomerante do cimento [17]. As manifestações patológicas sucedidas em consequência da umidade nas edificações, normalmente são causadas pela chuva, capilaridade, condensação ou resultantes de vazamentos da rede hidráulica predial [14].

2.1.5.2. Carbonatação do Concreto

A carbonatação é caracterizada 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” [18].

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 [8].

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 [19].

2.1.5.3. Fissuras por Sobrecarga

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.

As sobrecargas previstas ou não, podem acarretar em trincas nas estruturas de concreto armado, sem que isso implique necessariamente em ruptura ou instabilidade da estrutura, a ocorrência de fissuras num determinado componente estrutural produz uma redistribuição de tensões ao longo do componente fissurado e até mesmo nos componentes vizinhos de maneira que a solicitação externa geralmente acaba sendo absorvida de forma globalizada pela estrutura ou parte dela [20].

Pode-se evitar que o concreto seja fissurado, devido a um excesso de carga, torna-se necessária uma armadura de tração (Área de aço mínima) que seja suficientemente capaz de garantir à viga uma resistência à flexão, com o concreto já fissurado, pelo menos igual àquela que possuía no concreto sem fissuras [3].

2.1.5.4. Corrosão do Aço

A corrosão pode ser resumida 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 [10]. Para combater essa corrosão há um cobertura de concreto mínima a ser cumprida conforme a NBR 6118 estabelece.

No caso das barras de aço imersas no meio concreto, a deterioração a que se refere a definição já citada é caracterizada pela destruição da película passivante existente ao redor de toda a superfície exterior das barras. Esta película é formada como resultado do impedimento da dissolução do ferro pela elevada alcalinidade da solução aquosa que existe no concreto [8].

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 está 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 [12].

2.1.5.5. Fissuras por Efeito Térmico

Para Souza [8] 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. Uma situação típica é a que se dá nas coberturas, em particular as horizontais, muito mais expostas aos gradientes térmicos naturais do que as peças verticais da estrutura, gerando, em consequência, movimentos diferenciados entre elementos verticais e horizontais que, normalmente, resultam em fissuração, agravada no caso de diferença de inércia (encontro lajes-vigas) ou de materiais resistentes (lajes mistas ou pré-fabricadas)

A prevenção contra este tipo de fissuração passa, dentre outros aspectos, pela correta consideração da influência do meio ambiente, pela atenção especial ao detalhamento das armaduras das peças solidárias que possuam inércias muito diferentes, pela correta disposição de juntas de dilatação e pela consideração cuidadosa das cores das pinturas a adotar para os vários elementos estruturais. [8] 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”.

2.1.5.6. Desintegração do Concreto

A desagregação do material vem a ser um fenômeno que freqüentemente pode ser visto nas estruturas de concreto, causado pelos mais diversos fatores, ocorrendo, na maioria dos casos, em conjunto com a fissuração, como já foi visto nos itens anteriores. Deve-se entender como desagregação a própria separação física de placas ou fatias de concreto, com perda de monolitismo e, na maioria das vezes, perda também da capacidade de engrenamento entre os agregados e da função ligante do cimento. Como consequência, tem-se que uma peça com seções de concreto desagregado perderá, localizada ou globalmente, a capacidade de resistir aos esforços que a solicitam [8].

Define-se como mecanismos de desintegração de concreto os meios que envolvem toda dissolução dos componentes do mesmo por ação de substâncias química, 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 [12].

O desgaste das estruturas de concreto pode ocorrer devido à cavitação e à abrasão. A descrição de cavitação para Andrade [9]: 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.

2.1.6. Método de Avaliação GUT

Tem-se por Chiavenato [21] que qualquer planejamento estratégico é resultado de processos decisórios e, para evitar possíveis erros e equívocos, faz-se necessário regularizar e organizar as opções em algumas etapas a serem seguidas. A primeira é identificar o problema, na sequência, enumerar alternativas de solução, selecionar a mais benéfica, implementar a ação e, finalmente, verificar se o objetivo foi atingido.

A necessidade de ferramentas inovadoras no mercado capitalista, é um diferencial para a sobrevivência principalmente das pequenas e médias empresas. Logo, surgem na administração moderna diversas ferramentas que ajudam o gestor a avaliar as decisões técnicas, racionais e pautadas em informações. Dentre essas ferramentas – muitas delas oriundas do setor da qualidade – destacam-se: o Método GUT [22].

O Método GUT foi desenvolvido por Kepner e Tregoe na década de 1980, vendo a necessidade de resolução de problemas complexos nas indústrias americanas e japonesas. Muitas divergências podem vir a surgir em uma organização, e nem sempre é possível resolver todas ao mesmo tempo [23]. Segundo Kepner [23], 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.

Essa ferramenta gerencial é utilizada para priorizar a tomada de decisão, levando em consideração a gravidade, a urgência e a tendência do evento relacionado. A partir dessas variáveis, o gestor pode agir com base em um escalonamento, identificando quais complicações devem ser resolvidas primeiro. O grande diferencial do Método GUT, em relação aos outros do gênero, é a simplicidade de utilização e a possibilidade de atribuir valores para cada caso concreto de maneira objetiva [24].

Em Periard [25] afirma-se que o primeiro passo para sua elaboração é listar os problemas presentes em determinado ambiente e, na sequência, avaliar os três aspectos com base nas seguintes definições:

Quadro 1: Variáveis.

Variável	Conceito
Gravidade	Representa o impacto do problema caso ele venha a acontecer. Verifica-se sempre seus efeitos a médio e longo prazo, caso o problema em questão não seja resolvido.
Urgência	Representa o prazo, o tempo disponível ou necessário para resolver um determinado problema analisado. Quanto maior a urgência, menor será o tempo disponível para resolver esse problema.
Tendência	Representa o potencial de crescimento do problema, a probabilidade de o problema se tornar maior com o passar do tempo. É a avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema.

Fonte: Periard (2011) [25].

O próximo passo é atribuir, em uma escala crescente de 1 a 5, a característica de cada problema. A base é o valor 5 para os problemas maiores, e 1 para os menos importantes. O número de cada variável deve ser multiplicado e, ao final, gerar um score para cada problema. Uma situação com extrema gravidade, urgentíssima e com tendência a piorar no curtíssimo prazo receberia nota 5 em todos os aspectos, obtendo nota máxima de 125 pontos [26].

Para diminuir a subjetividade no momento de atribuir a pontuação, Periard [25] recomenda a utilização do seguinte método:

Quadro 2: Critérios de Pontuação.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar 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) [25].

Justifica Scartenizi [27] que a correta atribuição dos valores dentro dos critérios acima irá depender fundamentalmente do conhecimento técnico do gestor acerca de cada problema. O autor sugere aplicar o método por meio de um grupo de especialistas e julgar cada caso pelo consenso lógico.

A última fase é estabelecer um ranking dos problemas para saber quais são as prioridades e definir quais serão resolvidos primeiro, como segue o exemplo:

Quadro 3: Simulação de uso do Método GUT.

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Prioridade
Modelo A	2	4	5	40	2
Modelo B	3	2	3	18	4
Modelo C	5	3	3	45	1
Modelo D	1	5	4	20	3

De acordo com o quadro 3, o primeiro problema a ser resolvido seria o modelo “C”, por obter maior escore entre os demais, e a modelo “B”, neste caso, seria a de menor importância.

2.2 METODOLOGIA

2.2.1 Descrição da Pesquisa

O método científico é um conjunto de procedimentos adotados com o propósito de atingir o conhecimento. A metodologia utilizada no presente trabalho consistiu em estudos da literatura técnica relativa ao assunto de problemas patológicos, e a comparação das previsões desses estudos com eventos dos casos de engenharia [28].

A presente pesquisa se dedicou ao estudo de manifestações patológicas, encontradas na edificação em questão, desenvolvendo-se através de coleta de dados, por tanto se trata de um estudo de caso. A comparação do material coletado com pesquisas bibliográficas disponíveis também classifica a pesquisa como teórica, que tem como objetivo identificar e analisar as diversas manifestações encontradas na edificação. A interpretação das informações para prevenção dessas patologias também pode denominar a pesquisa como qualitativa.

Foi utilizada a primeira etapa da metodologia, em que consiste na visita in loco, identificando a possível causa, e possíveis soluções, de acordo com os estudos realizados e foi feito o levantamento fotográfico das edificações [20]. Por meio deste cronograma permitiu-se realizar a análise das patologias, identificando suas localizações, geometria e proporção. E através dos materiais utilizados para estudo possibilitou o entendimento das não conformidades levantadas e concluir a pesquisa.

2.2.2 Caracterização do local de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Caraúbas – RN, situada aproximadamente 304 km da capital Natal. Possui uma população de 20.636 habitantes de acordo com o último censo do [29]. A edificação estudada trata-se o um prédio cedido para alocação de funcionários, que residem na cidade de Caraúbas e proximidades, em concreto armado, alvenaria de vedação e esquadrias metálicas de madeira.



Figura 2: Localização da cidade no estado (Google, 2019).

A edificação situa-se no município de Caraúbas/RN na rodovia RN-233,SN, bairro Aeroporto, como indicado na Figura 3.



Figura 3. Localização da edificação em situação (Google Earth, 2019).

2.6.3 Procedimento metodológico

Inicialmente foi realizado uma pesquisa bibliográfica acerca das manifestações patológicas, tomando conhecimento dos tipos, das origens, causas e possíveis reparos a serem realizados. Entre as fontes de pesquisa estão: livros, normas técnicas, teses, artigos, entre outros trabalhos voltados para este assunto.

Foi realizado um estudo de caso a fim de identificar manifestações patológicas presentes na edificação antiga, identificando as possíveis causas e origens, realizando diagnósticos como também atestando a criticidade das manifestações presentes na edificação a partir da matriz GUT.

Realizou-se uma visita *in loco*, com intuito de realizar uma inspeção visual do prédio, delimitando os pontos críticos e analisando a gravidade das manifestações. Também foram feitas entrevistas com funcionários para identificar o tempo de início de ocorrências.

Para término do método, foi elaborada dois quadros auxiliares, que ajudaram a delimitar e diagnosticar tais manifestações. O primeiro com a descrição do item, a imagem, o método de análise, local de manifestação e diagnóstico. O segundo com aplicação da metodologia GUT e o grau de criticidade.

Quadro 4. Modelo da matriz GUT aplicada.

Item	Imagem	Manifestação patológica	Método de análise	Local	Diagnóstico

Quadro 5. Modelo da matriz GUT aplicada.

Item	Manifestação patológica	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Grau de prioridade

2.3. RESULTADOS E AS DISCUSSÕES

2.3.1 Levantamento das manifestações

O diagnóstico não é uma etapa fácil de ser analisada, pois para uma melhor especificação da incidência são necessárias análises por diversos ensaios não realizados a priori no trabalho.

A partir do Quadro 6 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, retração térmica, deformação, entre outros.

2.3.1.2 Eflorescência

Em um dos banheiros do bloco administrativo notou-se forte presença de eflorescência, como mostrado na Figura 4. A imagem mostra a deterioração por pressão eflorescente e já pode ser notada um possível início na parte externa do cômodo.

O problema destaca-se por ser algo pontual na edificação, o que poderia indicar uma falha na fase de execução preponderante ao erro/ausência de impermeabilização das estruturas em contato direto com o solo, como as fundações e baldrame.

2.3.1.2 Trincas verticais

Durante as visitas a edificação foram caracterizados as fissuras e trincas, a partir do tamanho das aberturas, seguindo a normatização e referências. Percebeu-se o grande número de ocorrências principalmente em alvenarias.

Os casos mais críticos fortalecem a ideia de déficit de amarração do pilar (material mais rígido) e da alvenaria (menos rígido). Ao deformarem de formas distintas, o pilar tende a estender geometricamente, abrindo fissuras ao longo do seu contorno na geometria.

2.3.1.3 Corrosão e Deterioração de pilar

Na Figura 5, percebemos um claro caso de nicho de construção. Na inspeção visual, constatou-se parte da proteção mecânica deteriorada, deixando um ponto frágil no elemento para aparecimento de manifestações como a corrosão da armadura. Constata-se também a perda de seção de área que pode influenciar diretamente a classe resistente do pilar.

Ao discutir a origem dos problemas, não se pode afirmar a verdade absoluta sobre a causa primária, mas muito provavelmente, trata-se de um erro de execução, na fase de forma e desforma do elemento. Também há a possibilidade de um fortalecimento mecânico após uma grande abertura inicial. Os envolvidos não passaram mais informações.

2.3.1.4 Fissuras verticais e horizontais

Localizada em vários pontos da edificação. Tem a sua maioria de aberturas a origem térmica, devido a altas temperaturas sobre argamassa no estado de transição do fresco ao endurecido. A princípio não oferece graves riscos estruturais, mas favorece a possibilidade de passagem para agentes agressivos, causadores de outros possíveis problemas.

Relata-se também fissuras de deformação de materiais em vários pontos, como acima da esquadria e nas portas. Na movimentação da estrutura, pontos de união e aderência da argamassa de assentamento e alvenaria tem seus pontos de fragilidade expostos por fissuras.

Quadro 6: Ocorrência das patologias.

ITEM	IMAGEM	MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA	MÉTODO DE ANÁLISE	LOCAL DE OCORRÊNCIA	DIAGNÓSTICO
1	Figura 4: Eflorescência 	Eflorescência;	Inspeção Visual	Banheiro do bloco administrativo	Devido a problemas na fase de impermeabilização das fundações ou baldrame, existe a ascensão da umidade por capilaridade. Formação do carbonato de cálcio.
2	Figura 5: Nicho de construção/ Corrosão da armadura 	Corrosão; Nicho	Inspeção Visual; Medição da seção da barra;	Bloco administrativo	A situação do nicho se dá por possíveis erros de concretagem e erro na fôrma. A partir das reações entre o aço e agentes agressivos, houve um possível agravamento da manifestação, ocasionando também, possivelmente, deslocamento e perda de proteção mecânica. Corrosão acentuada.
3	Figura 6: Trinca horizontal acima da esquadria. 	Trinca horizontal	Inspeção visual; Medição.	Manifestação localizada na fachada inferior	Devido a deformação dos materiais possuírem valores diferentes, a argamassa de assentamento fissura em seu ponto frágil.
4	Figura 7: Fissura devido a retração térmica da argamassa 	Fissura por retração térmica	Inspeção visual; Medição com paquímetro	Manifestação localizada no muro de proteção	A retração da argamassa na transição do estado fresco para o estado endurecido. Provável decorrência de excesso de cimento, falta de cura ou exposição a altas temperaturas; Fase de execução.
5	Figura 8: Trinca Vertical 	Fissura vertical	Inspeção visual; Medição.	Manifestação localizada na fachada	Devido à falta de juntas, os materiais (alvenaria e concreto) deformam de maneiras distintas. Como a alvenaria possui uma menor rigidez, foi atingida com fissura expansiva

2.3.2 Discussão da criticidade

O Quadro 4 demonstra as notas atribuídas, de maneira singular, às manifestações vistas na inspeção visual. Para analisar a criticidade foi colocado em ordem crescente de importância.

Quadro 04 – Priorização das manifestações patológicas segundo o Fator de risco GUT. Autoria própria

Item	Manifestação patológica	Gravidade	Urgência	Tendência	G x U x T	Grau de prioridade
1	Nicho de construção/ Corrosão da armadura	3	3	4	36	1º
2	Trinca vertical	2	2	3	12	2º
3	Fissura horizontal	1	2	3	6	4º
4	Fissura por retração térmica	1	2	2	4	5º
5	Eflorescência	2	2	2	8	3º

Pode-se observar também que o bloco administrativo e o muro de proteção da edificação são os que apresentam maiores números de manifestações indicadas, delimitando assim um início de ELS dos elementos estudados. A necessidade de uma terapêutica e um prognóstico momentâneo se tornam fundamentais para discussões sobre a durabilidade da edificação.

3. CONCLUSÕES

As patologias da construção civil podem ter suas origens em qualquer uma das etapas do processo denominado construção civil. Devido a tal fator constata-se a importância do controle, padronização e qualidade na execução dos serviços que constituem o processo como um todo. A importância dos métodos de controle de qualidade e referências normativas que garantam os níveis de desempenho, vida útil e durabilidade de edifícios são fundamentais, como por exemplo, a norma técnica NBR 15575.

O presente trabalho estudou as principais patologias encontradas na edificação, onde constatou-se inicialmente a grave criticidade em alguns pontos da edificação, especialmente por se tratar de um prédio que é cedido para a alocação de funcionários, mostra-se fundamental a realização dos reparos e ações interventivas, a fim de estabilizar os níveis de desempenho dos elementos construtivos que apresentaram patologias aumentando a vida útil da edificação.

A importância de realização de manutenções periódicas nos elementos após a realização das ações interventivas também se mostra uma das principais ferramentas para colaboração com o não surgimento de manifestações patológicas futuras no edifício. Ainda pôde-se concluir que a investigação patológica de um edifício para posterior formulação de um plano de ações interventivas envolve uma série de decisões técnicas, havendo necessidade de entendimento dos fenômenos como um todo para que a decisão tomada seja a mais adequada conforme o quadro de patologias apresentado.

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.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas. 2009. 176 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Minho Escola de Engenharia, Braga, 2009.
- [2] COSTA JR, M. P. Avaliação pós-ocupação e manutenção estratégica de escolas públicas. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2001.

- [3] HELENE, P. R. L. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. 2. ed. São Paulo: PINI, 1992.
- [4] OLIVEIRA, Alexandre Magno. Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações. Monografia (Especialização em Gestão em Avaliações e Perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- [5] CARMONA FILHO, Antonio. Panorama da Edificação Sob a Ótica da Patologia. Conexão AEC: 2009.
- [6] 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>>.
- [7] 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.
- [8] SOUZA, V.C.M., RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. São Paulo: Editora Pini, 1998.
- [9] ANDRADE, J. J. O. Durabilidade das estruturas de concreto armado: análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Engenharia) . Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- [10] HELENE, P.R.L., SOUZA, R. Controle da Qualidade na Indústria da Construção Civil, In : Tecnologia da edificações. Anais. São Paulo, 1988, p. 537-542.
- [11] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575:2013: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro. 2013
- [12] 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.
- [13] COSTA, Hugo Oliveira. Avaliação de patologias em obras de arte especiais utilizando a metodologia GDE/UnB. 2016.
- [14] CREMONINI, Ruy Alberto. Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção. Porto Alegre, 1988.
- [15] PINA, Gregório Lobo de. Patologia nas habitações populares. Rio de Janeiro, 2013.
- [16] 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.
- [17] DO CARMO, Paulo Obregon. Patologia das construções. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.
- [18] CASTRO, L. Materiais de construção – Patologia das Edificações 2. São Paulo, Centro de Eventos-Amostra Científica. 1994
- [19] 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.
- [20] LICHTENSTEIN, Norberto. Patologia das construções. Boletim técnico n. 06. São Paulo: USP, 1986.
- [21] CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à teoria geral da administração. São Paulo: Makron Books, 1997.
- [22] SAKASHITA, Fabio; NARCIZO, Paulo Egidio. A importância dos instrumentos de gestão para o gerenciamento: A aplicabilidade em uma empresa de pequeno porte. Faculdades Integradas de Bauru. São Paulo, 2010.
- [23] KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. O administrador racional. São Paulo: Atlas, 1981.
- [24] MEIRELES, Manuel. Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.
- [25] PERIARD, Gustavo. Matriz GUT: Guia Completo, 2011. Disponível em: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>>.
- [26] BRASIL. Lei n. 12608, de 10 de abril de 2012. Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; Brasília, DF.
- [27] SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. Análise e melhoria de procesos. Goiânia, 2009. Disponível em: Acesso em: 23 fev. 2015.
- [28] PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. Metodologia do Trabalho Científico [recurso eletrônico]: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2ª Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- [29] IBGE, CENSO. E. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>.

©Todos os direitos estão reservados à 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 tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

A large, empty rectangular box with a black border, intended for the CIP (Cataloging in Publication) data. It is positioned below the CIP header information and above the signature line.

Bibliotecário-Documentalista
Nome do profissional, Bib. Me. (CRB-15/10.000)