

**ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES ATRAVÉS DO MÉTODO DE
PRIORIZAÇÃO DA MATRIZ DE GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA
(GUT): Um estudo de caso da escola de Ensino Fundamental Professora Carlota
Tavares de Holanda localizada em Icapuí-CE¹**

Carla Mirely Dantas Rodrigues²
Maria Lorena Lobão Campos³
Marcos Antônio Rodrigues Sousa⁴
Emerson dos Santos Silva⁵

RESUMO

O presente artigo apresenta a elaboração de parâmetros para a realização do diagnóstico de patologias em edificações bem como a determinação da ordem de aplicação de terapias por meio da utilização do método de priorização da matriz de gravidade, urgência e tendência (GUT). Para tal, foi realizado um estudo de caso da Escola de Ensino Fundamental Professora Carlota Tavares de Holanda localizada no município de Icapuí - CE. A coleta de dados foi realizada por meio de uma inspeção predial realizada na edificação e o tratamento dos dados foi fundamentado através de um levantamento bibliográfico que discutisse e focasse a temática, a fim de possibilitar um melhor firmamento teórico-científico através de autores como Andrade (1997), Azevedo (2011), Bertolini (2010), Brito (2017), dentre outros. Com base na metodologia proposta, foi possível realizar um levantamento das manifestações patológicas e classificá-las de acordo com seu grau de prioridade, além de determinar a aplicação da terapia adequada para cada caso. A proposta do trabalho se mostrou satisfatória, uma vez que gerou um plano de tratamento para a edificação, determinando a ordem de aplicação para cada terapia, de modo otimizar a manutenção da edificação.

Palavras-Chaves: Inspeção Predial. Manifestações patológicas. Grau de prioridade.

ABSTRACT

This article presents the elaboration of parameters for carrying out the diagnosis of pathologies in buildings as well as determining the order of prioritization of the application of therapies through the use of the method of prioritizing the matrix of, urgency and tendency (GUT). To this end, a case study of the Escola de Ensino Fundamental Professor Carlota Tavares de Holanda located in the municipality of Icapuí - CE was carried out. Data collection was carried

¹ Artigo apresentado para a banca de TCC II, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

² Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar – carladantas402@gmail.com

³ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar – lorena-lobao@hotmail.com

⁴ Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Potiguar – marq_uinhosrn@hotmail.com

⁵ Professor Orientador. Mestre em engenharia de Processos. Docente da Universidade Potiguar – emerson.silva@unp.br

out through a building inspection carried out in the building and the data treatment was based on a bibliographic survey that discussed and focused on the theme, in order to enable a better theoretical-scientific foundation through authors such as Andrade (1997), Azevedo (2011), Bertolini (2010), Brito (2017), among others. Based on the proposed methodology, it was possible to carry out a survey of the pathological manifestations and classify them according to their degree of priority, in addition to determining the application of the appropriate therapy for each case. The work proposal proved to be satisfactory, since it generated a treatment plan for the building, determining the order of application for each therapy, in order to optimize the maintenance of the building.

Keywords: Building Inspection. Pathological manifestations. Priority degree.

1 INTRODUÇÃO

A Escola de Ensino Fundamental Professora Carlota Tavares de Holanda, localizada no município de Icapuí-CE, atende a alunos do nível de ensino fundamental do 1º ao 9º ano. A escola conta com sistema de acessibilidade em suas dependências, de acordo com informações disponibilizadas no site do município, além de oferta de ensino especial. A escola exerce dois papéis fundamentais na sociedade: socializar e democratizar o acesso ao conhecimento e promover a construção moral e ética nos estudantes. Esses dois papéis compõem a formação de pessoas conscientes, críticas, engajadas e com potencial de transformação de si mesmas e da sociedade. Freire (2006) expressa que a escola deve ser um lugar de trabalho, de ensino, de aprendizagem. Um lugar em que a convivência permita estar continuamente se superando, porque a é o espaço privilegiado para pensar.

Tendo em vista a importância dessa edificação para a cidade, o presente trabalho é um estudo de caso que visa a identificação das patologias através de inspeção predial realizada na escola, e por meio da aplicação da metodologia GUT (Priorização da matriz de gravidade, urgência e tendência), priorizar com base na necessidade de reparo.

As condições ambientais nas quais edifícios e construções estão submetidos influenciam na sua durabilidade devido às ações químicas e físicas do meio que atuam para deterioração de suas estruturas. De acordo com a Norma de Desempenho de Edificações (ABNT NBR- 15575), o lugar e a ocupação de uma mesma edificação podem causar alterações em seu desempenho. Assim, é importante determinar o nível de agressividade do ambiente, bem como as solicitações a que uma edificação será exposta, a fim de determinar os parâmetros para a execução de um projeto de edificação. Segundo o item 6.4.2 da NBR 6118:2014, a classe de agressividade do ambiente pode ser classificada em I, II, III e IV, que representam agressividade fraca, moderada, forte e muito forte, respectivamente, bem como o risco de danificação.

Estruturas construídas em regiões litorâneas ou próximas a elas, como é o caso da escola base para esse estudo, estão submetidas a agentes altamente agressivos, que resultam em diversas patologias. Dentre as principais estão a fissuração, o amolecimento e deslocamento de concreto, uma vez que ocorre a perda da resistência mecânica e da coesão da pasta de cimento. (SILVA, 2017).

O objetivo geral desse trabalho é realizar uma análise das principais manifestações patológicas associadas à degradação da estrutura da Escola de Ensino Fundamental Professora Carlota Tavares de Holanda, determinando o possível diagnóstico das patologias, suas origens e causas, tendo como objetivo específico a aplicação do método de priorização da Matriz de Gravidade, urgência e tendência (GUT), afim de expor propostas de recuperação, bem como de prevenção das patologias diagnosticadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DURABILIDADE, VIDA ÚTIL E DESEMPENHO DAS ESTRUTURAS

Diversos fatores podem causar alterações na durabilidade da estrutura. Para Recena (2015) e Porto (2017), a agressividade do ambiente interfere significativamente na durabilidade das estruturas de concreto, estando diretamente relacionada às ações físicas, químicas ou a combinação de ambas.

A norma ABNT NBR 6118 (2014) trata a durabilidade como sendo a capacidade de a estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.

Assim, observa-se a importância de analisar o ambiente no qual a estrutura será executada a fim de determinar os possíveis agentes agressores e prever ações que venham a minimizar e até combater esses agentes, garantindo a durabilidade da estrutura a ser construída.

Bertolini (2010) associa o conceito de durabilidade ao conceito de vida útil do projeto, ou expectativa, e considera que uma estrutura só pode ser considerada durável se sua vida útil for no mínimo, igual à vida útil definida em projeto. Para ele, a vida útil de uma estrutura pode ser definida como o período durante o qual a estrutura é capaz de garantir não apenas sua estabilidade como todas as funções para as quais foi projetada.

Segundo a norma ABNT NBR 6118 (2014) a vida útil de projeto de uma estrutura é o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto, sem intervenções significativas, desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo construtor, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de

danos acidentais.

Assim, para que uma estrutura se mantenha usual durante o período de sua vida útil é necessário seguir os critérios pré-estabelecidos em projeto, durante sua execução.

O desempenho deve ser entendido como o comportamento em serviço de cada produto, ao longo da vida útil, e será medido de acordo com o resultado do trabalho desenvolvido em cada uma das etapas de projeto, construção e manutenção. (SOUZA; RIPPER, 1998).

Segundo a norma ABNT NBR 6118 (2014) o desempenho em serviço de uma estrutura consiste na capacidade de a estrutura manter-se em condições plenas de utilização, não devendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada.

Portanto, é necessário estabelecer o uso para o qual a estrutura está sendo projetada a fim de determinar o seu desempenho, uma vez que o segundo depende do primeiro.

Recena (1015) e Porto (2017) tratam a agressividade do ambiente como fator determinante para a durabilidade bem como vida útil da edificação.

A norma ABNT NBR 6118 (2014) estabelece que a agressividade do meio ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas de concreto.

A classificação da agressividade ambiental é feita de acordo com o apresentado na tabela 6.1, item 6.4.2 da NBR 6118 (2014), sendo classificada como fraca, moderada, forte e muito forte. Na classe de agressividade fraca se encontram os ambientes rural e submerso, que apresentam risco insignificante para as estruturas. Já na moderada, está classificado o ambiente urbano, apresentando pequeno ou pouco risco. O nível de agressividade forte, em área marinha e industrial, apresenta grande risco à estrutura. Por fim, o maior risco, classificado como agressividade muito forte, está em ambientes industriais quimicamente agressivos e regiões com respingo de maré, onde há risco elevados para as estruturas.

Figura 1: Tabela de classes de agressividade ambiental.

Tabela 6.1 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³⁾ Ambientes quimicamente agressivos; tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Fonte: ABNT NBR 6118

2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFICAÇÕES

Um dos campos mais importantes da Engenharia Civil, se trata do estudo das patologias em edificações. De modo geral, esse campo estuda os diversos fatores que envolvem a formação de patologias em edificações, analisando sua origem, forma de manifestação, consequências e os mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de deterioração das estruturas (SOUZA; RIPPER, 1988).

As manifestações patológicas são entendidas como os danos manifestados nas estruturas de concreto caracterizando comportamento irregular dos componentes do sistema, estes que devem ser devidamente identificados e tratados de modo a garantir a estabilidade e a segurança da estrutura (AZEVEDO, 2011).

A patologia é o estudo das partes que compõem o diagnóstico do problema. Assim, para a realização do diagnóstico é necessário observar: os sintomas, que são as lesões que podem ser vistas; os mecanismos de ocorrência, que são os processos que levam a ocorrência da patologia; e finalmente a origem e a causa da patologia. A partir dessa análise é possível determinar as medidas necessárias para a correção e a solução dos problemas (HELENE, 1992).

O estudo das patologias é realizado por meio de vistorias realizadas *in locu*, nas quais são coletados dados por meio de fotografias e filmagens dos sintomas apresentados, a fim de realizar os estudos desses sintomas para determinar as possíveis causas e origens dessas manifestações patológicas, bem como determinar os procedimentos de correção das falhas. Nesse processo, é necessário conhecer os processos construtivos, bem como entendê-los, a fim de determinar um diagnóstico preciso dos problemas encontrados.

A classificação das irregularidades encontradas em uma edificação, segundo a NBR 16747 (2020), deve ser dividida em anomalias e falhas. As anomalias são caracterizadas pela

perda de desempenho, seja de um elemento, subsistema ou sistema construtivo, onde essa perda é dividida em: endógena ou construtiva, quando sua ocorrência se dá pelas etapas de projeto ou execução; exógena, quando está relacionada a fatores externos à edificação; e finalmente funcional, quando se trata do envelhecimento natural e consequente término da vida útil da edificação. Já as falhas relacionam a perda de desempenho ao uso, operação e manutenção, seja de um elemento, subsistema ou sistema construtivo.

Segundo a NBR 16747(2020) a manifestação patológica é resultado da existência de mecanismos de degradação ou processos de degradação de materiais, componentes ou sistemas, que acarretam na redução do seu desempenho. Já a deterioração se trata da degradação antes do final da vida útil dos materiais e/ou componentes das edificações, em decorrência de anomalias e/ou falhas de uso, operação e manutenção.

Para Bertolini (2010) a degradação dos materiais é produzida pela interação físico-química do ambiente com os materiais, podendo ocorrer, somente, depois do movimento dos agentes agressivos no interior do ambiente ou do material.

Dessa forma, é necessário entender a composição dos materiais utilizados bem como suas características e funcionalidades, a fim de determinar sua forma de utilização no projeto.

2.1.1 Materiais porosos

Materiais porosos apresentam em sua constituição poros com dimensões variadas, que acabam permitindo a entrada de agentes agressivos externos, presentes no ambiente em que se encontram. Essa característica presente em materiais porosos está diretamente relacionada à sua degradação, e esta não está limitada apenas a região superficial, mas também em seu interior. Dentre os fatores que mais causam a degradação de materiais porosos está o teor de umidade do ambiente. Quando o material está exposto a um ambiente com alto teor de umidade, parte de seus poros acaba sendo preenchido com água e esta, em geral, apresenta substâncias dissolvidas que podem vir a ser agentes agressivos e causar a degradação do material (Bertolini, 2010).

2.2.1.1 Concreto

A execução de um concreto (...) é considerada a primeira linha de defesa contra os diversos processos de degradação (METHA,1993).

Segundo ARANHA (1994), uma mesma manifestação patológica pode ter diversas causas, podendo ser classificadas quanto a sua origem durante as etapas do processo construtivo. A tabela 1 apresenta as principais causas de manifestações patológicas em edificações.

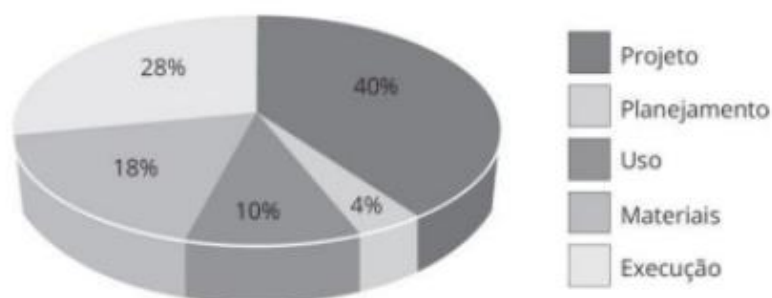
Tabela 1 – Causas das manifestações patológicas em edificações

PLANEJAMENTO/PROJETO INADEQUADO	Avaliação inadequada das condições de utilização da estrutura;
	Ausência das Especificações;
	Sobrecargas;
	Ausência dos detalhes construtivos;
	Composição do concreto;
	Definição de armaduras e formas;
	Fundação inadequada para o tipo de estrutura/solo.
MATERIAIS	Cimento: Falta de controle das características física, químicas e mecânicas;
	Agregado miúdo: Compra, recebimento e armazenamento inadequado;
	Agregado graúdo: Compra, recebimento e armazenamento inadequado;
	Aço: Compra, recebimento e armazenamento inadequado;
	Madeira: Compra, recebimento e armazenamento inadequado;
	Água: Com alterações no PH ou excesso de impurezas.
EXECUÇÃO	Das armaduras: Dobramento e montagem;
	Das formas: Montagem e desforma;
	Do concreto: Dosagem, mistura, transporte, lançamento, adensamento e cura.
UTILIZAÇÃO	Desconsidera os efeitos das ações previsíveis;
	Desconsidera os efeitos das ações imprevisíveis.

Fonte: Aranha (1994)

A grande maioria dos danos que ocorrem nas obras têm uma maior concentração nas etapas de planejamento e projeto e na execução do processo construtivo (JJO Andrade, 1997). O gráfico apresentado na figura 2, apresenta quais as origens de manifestações patológicas mais frequentes.

Figura 2: Frequência das origens das manifestações patológicas.



Fonte: Helene (2007)

2.1.2 Alvenaria

A alvenaria estrutural é um sistema construtivo bastante difundido no Brasil, uma vez que as técnicas executivas são simplificadas corroborando no fácil controle das etapas de produção e consequente redução de retrabalho. Dentre as suas vantagens, destaca-se o baixo custo, o que, junto a facilidade de execução, o torna um sistema construtivo bastante competitivo no mercado nacional (Mohamad, 2020).

Segundo a NBR 16868 (2020), que trata de alvenarias estruturais, os principais componentes que fazem parte da alvenaria são: blocos de concreto e tijolos cerâmicos; argamassa de assentamento e de reboco; graute, que nada mais é do que um material fluido de cimento que serve para realização de preenchimento de espaços vazios da alvenaria ligando armaduras à alvenaria ou ainda para aumentar a sua resistência; e por fim, o aço.

As paredes são elementos de alvenaria que podem assumir a função de alvenaria de vedação ou até de alvenaria estrutural, dependendo da forma e da função para a qual foi projetada. A degradação das paredes pode ocorrer por qualquer de seus componentes, uma vez que esta é composta, em geral, por tijolos ou blocos, unidos por argamassa de assentamento e revestidos por argamassa de reboco, onde todos podem ser considerados materiais porosos e assim suscetíveis à água e aos agentes agressivos nela dissolvidos, bem como aos agentes agressivos do ar. Dentre os diversos fenômenos de degradação que podem vir a acometer a alvenaria cita-se o ataque de gelo-degelo, a formação de eflorescências e sub florescências, o ataque por sulfatos. (Bertolini, 2010)

2.1.3 Madeiras

Em edificações residenciais, de modo geral, a madeira é comumente utilizada no sistema de cobertura. Segundo a NBR 15575-5 (2013) “Os sistemas de coberturas (SC) exercem funções importantes nas edificações habitacionais, desde a contribuição para a preservação da saúde dos usuários até a própria proteção do corpo da construção, interferindo diretamente na

durabilidade dos demais elementos que a compõem". Dessa forma é de fundamental importância manter a saúde dos componentes da cobertura a fim de garantir a proteção para a qual são destinados.

As madeiras apresentam grande facilidade de absorção de umidade, tanto quando em contato direto com a água, como diretamente da atmosfera. Quando infiltrada na madeira, a água pode causar danos em suas propriedades mecânicas e físicas. No que diz respeito a umidade nas madeiras, ressalta-se que as variações de temperatura, umidade e velocidade do ar interferem diretamente em sua umidade. Uma vez que a umidade da madeira é inferior à de equilíbrio com o ambiente, ela absorve água. Quando sua umidade é superior à de equilíbrio ela cede água, ressecando. Essa variação acarreta na alteração das dimensões da madeira, fazendo com haja aumento e diminuição de volume dependendo do seu nível de umidade (Bertolini, 2010).

Bertolini (2010) destaca o ataque biológico como um dos mais importantes agentes agressivos às madeiras, sendo causado geralmente por organismos vivos como fungos, insetos e bactérias. Sua proliferação geralmente é ocasionada pela umidade.

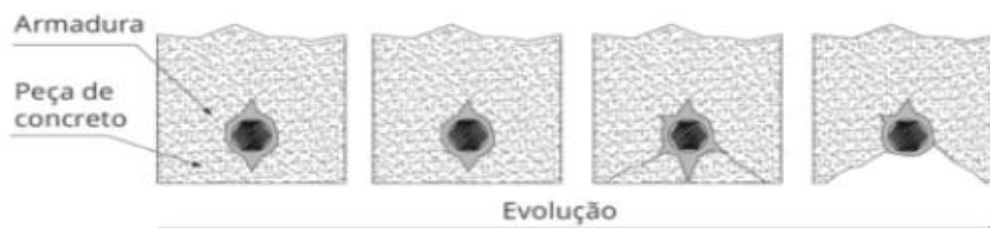
2.3 PATOLOGIAS RECORRENTES EM ESTRUTURAS

2.3.1 Armadura exposta

Bertoline (2006) e Fonseca (2019) apontam como uma das principais causas da exposição de armaduras de aço, o deslocamento do concreto de cobertura, originadas pelos mecanismos de corrosão. Segundo Bertoline (2006) as armaduras de aço são protegidas dos agentes corrosivos devido a reação alcalina ocasionada pelo contato com os compostos da pasta de cimento. Essa solução alcalina, se em contato com agentes externos, como o dióxido de carbono, presente na atmosfera, pode ocasionar na carbonatação do concreto levando a fissuração e o destacamento do cobrimento, resultando numa cobertura ineficiente. Fonseca (2019) destaca ainda como possíveis causas para a exposição da armadura fatores como a espessura insuficiente da armadura, uso do concreto com alta porosidade, incompatibilidades com o ambiente ao qual está exposto, segregação do material durante a etapa de execução entre outros.

A figura 3 apresenta várias fases da exposição da armadura de aço.

Figura 3: Diferentes fases do mecanismo de exposição da armadura.



Fonte: Helene apud Bolina, Tutikian, Helene (2019)

Na figura 4, é mostrada uma estrutura de concreto armado, em estágio avançado de deterioração com exposição e corrosão da armadura.

Figura 4: Pilar de concreto armado com exposição de armadura.



Fonte: Hartt apud Bolina, Tutikian, Helene (2019)

2.3.1 Fissuras, trincas e rachaduras

Segundo Souza (1998) as fissuras são manifestações patológicas características de estruturas de concreto e se destacam por serem sintomas visuais claros da existência de anomalias na edificação. Thomaz (2020) apresenta como principais causas para a formação de fissuras as movimentações térmicas e higroscópicas, atuação de sobrecargas, deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado e recalques de fundações.

Bolina, Tutikian, Helene (2019), classificam as fissuras de acordo com a tabela 2, apresentada abaixo.

Tabela 2: Classificação das aberturas segundo a sua amplitude

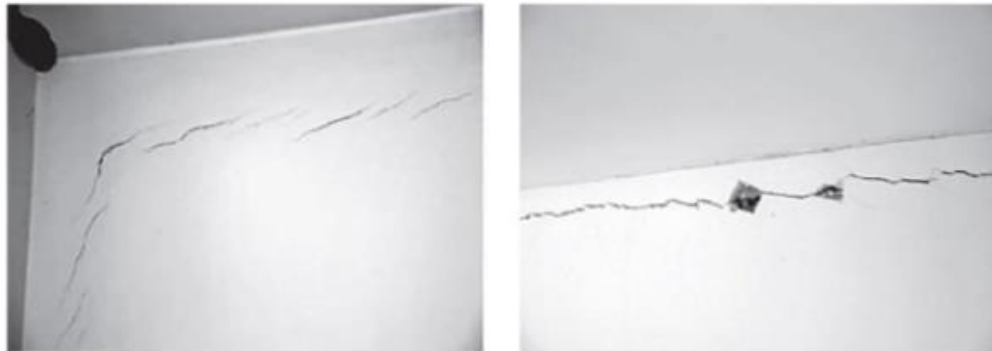
Tipo de abertura	Dimensões	Limites da (ABNT 2014NBRa) (elementos de concreto)
Microfissura	Inferior a 0,2 mm	Sem problema
Fissura	0,2 mm a 0,4 mm	Verificar classe de agressividade ambiental
Trinca	0,5 mm a 1,4 mm	Acima dos limites
Rachadura	1,5 mm a 5,0 mm	
Junta	Superior a 5,1 mm	

Fonte: Bolina, Tutikian, Helene (2019)

As microfissuras e as fissuras são caracterizadas como manifestações patológicas que “(...) se apresentam de forma estreita e alongada, muitas vezes com locação aleatória, e geralmente são anomalias superficiais.” (Bolina, Tutikian, Helene, 2019).

A figura 5, apresenta uma fissura com abertura retangular no topo de uma parede, resultado do abaulamento e da dilatação plana da laje de cobertura.

Figura 5: Fissura em Parede.

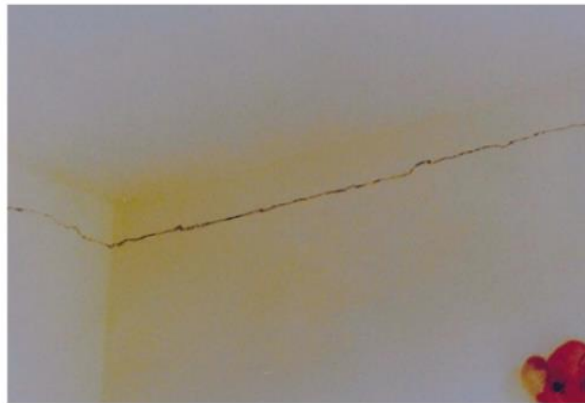


Fonte: Thomaz (2020).

Por outro lado as trincas, rachaduras e fendas “(...) são aberturas mais profundas, localizadas e acentuadas, que promovem uma separação entre as partes do sistema em que incidem.” (Bolina, Tutikian, Helene, 2019).

Na figura 6, são apresentadas trincas de cisalhamento provocadas por expansão térmica das lajes de cobertura.

Figura 6: Trincas de cilhamento.



Fonte: Thomaz (2020)

2.3.2 Descolamento de argamassa de reboco

Bertolini (2010) trata como as principais atribuições da argamassa de reboco a proteção de paramentos de modo a garantir um acabamento regular, bem como funções higiênicas, estéticas e de proteção do ambiente.

O descolamento de argamassa de reboco, conforme apresentado na figura 7, é decorrente geralmente de processos físicos, mecânicos, biológicos e químicos que atacam o revestimento, porem acontece somente na teórica, pois, na prática, esses sistemas constantemente se sobrepõem ou atuam no revestimento ao mesmo tempo (Carasek, 2007).

Figura 7: Descolamento de reboco.



Fonte: Cechinel e Citadin (2018)

2.3.3 Degradação de madeira

A degradação da madeira está diretamente ligada a presença de umidade bem como as variações de temperatura no ambiente ao qual ela está exposta, uma vez que a absorção e a evaporação de água nas células da madeira acarreta em variações dimensionais de dilatação e contração respectivamente. Essas variações quando repetidas acarretam na degradação da

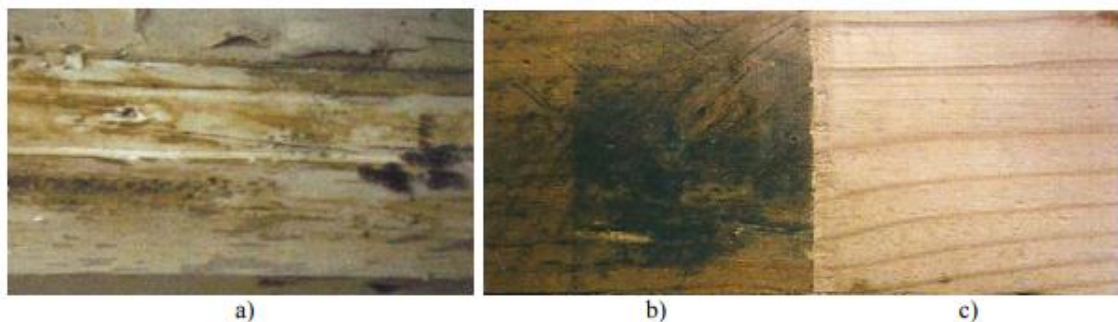
madeira, mesmo em uso. (Bertolini, 2010)

2.3.4 Ataque biológico em madeira

O ataque biológico é o principal agente agressivo para a madeira causando perdas de resistência bem como comprometendo a estética das peças, onde sua ação se dá, geralmente, em ambientes que apresentam presença de umidade. Dentre os organismos vivos que mais afetam as estruturas de madeira destacam-se: determinados tipos de insetos (anóbios, lictídeos, curculionídeos, cerambicídeos) cuja presença é possível em praticamente todos os ambientes, cujo o ataque depende das condições climáticas, do tipo e da idade da madeira; os fungos, causam a decomposição da madeira através de ataque químico, e assim retiram os nutrientes para seu crescimento; e por fim as bactérias, que causam o aumento da permeabilidade da madeira, sendo menos importante que as primeiras por se tratar de um processo mais lento. (Bertolini, 2010)

A figura 8 apresenta três situações: ataque de fungos em madeiros (a); superfície de madeira embolorada (b) e uma madeira sadia (c).

Figura 8: Ataque biológico em madeiras.



Fonte: Brito (2014)

2.3.5 Manchas de umidade e bolor

Uma das patologias mais comuns em edificações é a formação de manchas nas paredes causadas pela presença de umidade e a consequente formação de bolor, como mostra a figura 9. (Fórum da Construção, 2017).

Figura 9: Bolor ou mofo.



Fonte: Cechinel e Citadin. (2018)

Segundo Bertolini (2010), a umidade pode ser causada tanto pela exposição da estrutura a uma atmosfera úmida como pelo contato direto de sua superfície com a água.

A origem da umidade nas paredes pode ser subdividida de acordo com as seguintes causas:

a) por elevação

Conhecida como umidade por capilaridade, pode ser definida como aquela que sobe do solo úmido, conforme Verçoza (1991, p. 150). Ou seja, um fenômeno físico da modificação do nível de líquidos, devido ao contato da superfície com um sólido. Assim, “em rochas permeáveis, em virtude de atração capilar, a água elevada é mantida a uma certa altura dependente do tipo de rocha” (LEINZ & LEONARDOS 1982), geralmente costuma afligir o primeiro piso das edificações devido a impermeabilização mal executadas em fundações, paredes e pisos (CDT, 2012; SON; YUEN, 1993).

b) por vapor

Conhecida por umidade por condensação, é produzida a partir do contato do vapor de água existente no interior de um ambiente, como consequência direta da presença dessa umidade tem-se a formação e o crescimento de fungos e microflora bacteriana (RYAN, 2002; SON; YUEN, 1993; VEDACIT, 2010).

c) descendente

Os intensos períodos chuvosos, que podem causar sérias lesões às construções (FIGUEIREDO; VARUM; COSTA, 2012), a chuva, além de agredir paredes e muros com a energia cinética da queda, pode gerar uma cortina de umidade que leva à penetração da água por capilaridade, pelos poros da alvenaria ou pela própria ação da gravidade (HENRIQUES,

1994).

d) de construção

Durante o processo de construção ou reparo de uma edificação, vários dos materiais empregados valem-se de água no seu processo produtivo, sendo essa fonte de umidade, muitas vezes ignorada pelos responsáveis da obra, que utilizam até milhares de litros de água a mais que o projetado. (HENRIQUES, 1994).

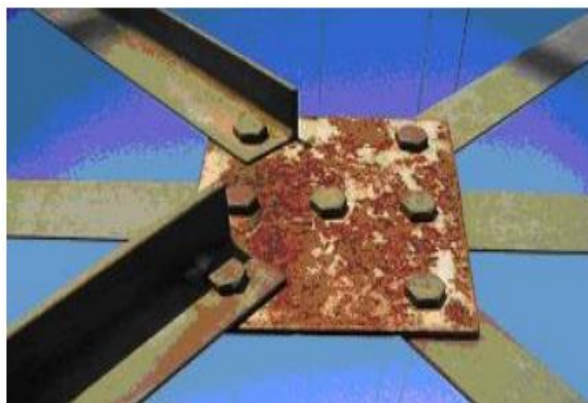
Caso o excesso de água na edificação não seja retirado de alguma forma, pode haver o aparecimento de eflorescências e mofo, além de que a expansão da água na forma de vapor ao evaporar pode causar danos à estrutura da construção (CDT, 2012; RODRIGUEZ, 2004; WHO, 2009).

2.3.6 Corrosão de estrutura metálica

Gentil (1987) e Suski (2018) entendem que o processo de corrosão, trata-se da deterioração de um material, principalmente metálicos, por ação química e eletroquímica e está diretamente relacionado com o ambiente em que este está inserido.

A figura 10, apresenta evidências de corrosão nas ferragens aéreas da estrutura da torre de uma linha de transmissão.

Figura 10: Corrosão em estrutura metálica.



Fonte: Shinya, Castillo, Stecanella, Mora e Sihvenge (2006)

2.4 INSPEÇÃO PREDIAL

O diagnóstico de manifestações patológicas em edificações residenciais se dá, a partir da avaliação da edificação por meio de visitas *in locu* para levantamento de dados pertinentes ao estudo dos sintomas apresentados. Nessa perspectiva, as inspeções prediais, conhecidas ainda como vistorias ou check-up das edificações, se apresentam como ferramenta fundamental para a realização de ações preventivas, no intuito de diminuir os riscos de acidentes prediais

bem como no direcionamento dos investimentos em manutenção da edificação. (IBAP/SP, 2015)

Otoni, Ferreira e Lima (2019) comparam o check-up predial a realização de exames médicos, devendo ser realizado periodicamente a fim de avaliar o estado de conformidade de uma edificação. Segundo o IBAP/SP (2015) a manutenção dos sistemas e elementos construtivos é necessária ao longo da vida útil da estrutura de modo a garantir seu desempenho e segurança em acordo com o projeto e assim garantir o atendimento às solicitações dos usuários da edificação.

A inspeção predial deve considerar requisitos como: segurança, sendo esta estrutural, contra incêndio, no uso e na operação; a habitabilidade, levando em consideração estanqueidade, saúde, higiene, qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade; e pôr fim a sustentabilidade, no que diz respeito a sua durabilidade e manutenibilidade. (NBR 16747, 2020)

No que se refere a realização da inspeção predial, esta deve ser realizada por profissionais habilitados, que, ao fim da vistoria, devem apresentar o Laudo de Inspeção Predial, documento este que deve seguir uma diretriz técnica em acordo com as normas brasileiras para sua elaboração. Este laudo deve conter: a classificação dos defeitos de acordo com seu grau de risco; orientações técnicas apresentando soluções para os defeitos encontrados; e finalmente a classificação do estado de manutenção da edificação. (OTONI, FERREIRA E LIMA, 2019)

Após a realização de uma inspeção predial é necessário classificar as irregularidades diagnosticadas caracterizando-as a fim de determinar as ações necessárias para a restauração ou a preservação do desempenho dos sistemas, subsistemas e elementos construtivos da edificação. Essas ações devem ser priorizadas de acordo com sua urgência.

2.5 MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO DA MATRIZ DE GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA (GUT)

A matriz de gravidade, urgência e tendência (GUT), desenvolvida por Kepner e Tregoe, foi criada com base na ideia de que nem sempre é possível solucionar todos os problemas ao mesmo tempo (KEPNER e TREGOE, 1981), segundo Bezerra et al. (2012), o método GUT pode ser entendido como instrumento para separar e dar prioridade aos problemas, com o objetivo de corrigi-los com base nos três fatores analisados, gravidade, urgência e tendência, classificando através de um sistema de pontos.

Essa metodologia é bastante usada em situações que necessitam de estratégias, no

desenvolvimento de projetos, na tomada de decisões, na solução de problemas, entre outros. (CECHINEL e CITADIN, 2018).

Para a aplicação dessa metodologia, são realizadas quatro etapas. Na primeira etapa são listados os problemas que requerem avaliação e correção. Posteriormente esses problemas são pontuados de acordo com parâmetros estabelecidos. Essa pontuação gera uma classificação dos problemas quanto a sua necessidade de priorização. Assim, com base nesses resultados, são determinadas as possíveis soluções para os problemas detectados. (BRITO, 2017).

2.6.1 Parâmetros de avaliação

Os parâmetros utilizados para gerar a pontuação pra cada situação em análise, são definidos por Meireles (2001), conforme tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros do Método GUT

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)

2.6.2 Critérios de avaliação

Na fase de aplicação da pontuação para cada problema em estudo, é aplicada uma pontuação em escala crescente de 1 a 5 para cada parâmetro determinado. Gomes (2006) atribui para cada parâmetro os critérios de avaliação apresentados nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3 – Critérios de Pontuação - Gravidade

NOTA	CRITÉRIO
5	Casos extremamente graves, na qual os problemas devem ser priorizados, com risco de danos irreversíveis;
4	Casos muito graves, na qual os problemas tendem a causar grande danos;
3	Casos graves, na qual os danos são considerados regulares;
2	Casos pouco graves, onde os danos são mínimos;
1	Ponto para casos sem gravidade.

Fonte: Gomes (2006)

Tabela 4 – Critérios de Pontuação - Urgência

NOTA	CRITÉRIO
5	Casos que exigem ação imediata com risco de agravo;
4	Casos que exigem ação muito rápida;
3	Casos que exigem ação o mais rápido possível;
2	Casos pouco urgentes, e que podem esperar por mais tempo;
1	Casos que podem esperar.

Fonte: Gomes (2006)

Tabela 5 – Critérios de Pontuação - Tendência

NOTA	CRITÉRIO
5	Casos que irão piorar de imediato, indispensável atuação imediata;
4	Casos que irão piorar significativamente a curto prazo;
3	Casos que irão piorar a médio prazo;
2	Casos que tendem a piorar lentamente;
1	Casos que não terão piora.

Fonte: Gomes (2006)

Para a determinação da ordem de priorização para aplicação da terapia das patologias em estudo, é necessário elaborar o ranking de priorização que utiliza o grau de priorização como fator determinante. O grau de priorização de cada patologia é determinado pelo produto das pontuações de cada parâmetro, para cada patologia detectada. (BRITO,2017)

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram realizadas visita *in locu* para realização de uma inspeção predial e coleta de dados onde foi aplicado o método do estudo de caso, que segundo Gil (2002) “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento (...)”. Boaventura (2004) complementa que o estudo de caso se classifica como uma pesquisa aplicada onde se faz a aplicação prática de conhecimentos com o objetivo de solucionar problemas sociais. O objeto deste estudo é a Escola de Ensino Fundamental Professora Carlota Tavares de Holanda,

localizada na região litorânea da cidade de Icapuí, no Ceará, que apresenta sintomas claros de degradação.

Essa pesquisa é do tipo quantitativa, que segundo Prodanov e Freitas (2013) transforma opiniões e informações em números a fim de realizar sua classificação e análise.

Para fundamentar este trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica que “(...) é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.” (GIL, 2002).

3.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, foi utilizado equipamento para registro fotográfico e escalímetro para verificação de medidas. O objeto de estudo foi a estrutura da Escola de Ensino Fundamental Professora Carlota Tavares de Holanda.

A escola localizada no município de Icapuí-CE, na comunidade de Ibicuitaba, conforme mostra a figura 11, hoje atende cerca de 46 funcionários e 430 alunos do nível de ensino fundamental do 1º ao 9º ano, divididos entre 17 turmas nos períodos matutinos e vespertino. A escola conta com sistema de acessibilidade em suas dependências, e com salas de recursos multifuncionais que segundo o INEP, é o espaço destinado à realização de Atendimento Educacional Especializado. A escola proporciona também um sistema de acessibilidade em suas acomodações, salas e banheiros, com equipamentos específicos e professor com formação adequada para realizar atendimento.

A presidente da Associação de Moradores de Ibicuitaba – AMI acredita que a importância da escola para a comunidade, vai além do conhecimento teórico adquirido em sala de aula, causando impacto na comunidade como um todo. Além disso, a estrutura da escola também é utilizada para a realização de eventos da comunidade, com a finalidade de proporcionar o desenvolvimento social.

Figura 11: Localização da E.E.F. Professora Carlota Tavares de Holanda.



Fonte: Autocad (2022)

3.2 Métodos

Para o diagnóstico das patologias foram realizadas visitas *in locu* a escola, nos meses de abril e maio do corrente ano, onde foi possível conhecer a edificação e através de perguntas realizadas ao diretor da escola, realizar um levantamento de dados referentes às manifestações patológicas apresentadas na edificação por meio de uma inspeção visual com registro fotográfico.

Foram realizadas entrevistas com os responsáveis pela edificação a fim de conhecer e entender o funcionamento, bem como as condições do ambiente no qual a construção foi executada, a fim de levantar um breve histórico sobre a mesma, bem como entrevistas com representantes do bairro a fim de entender a importância da edificação para a comunidade.

Para quantificar os dados obtidos neste trabalho, foi utilizada a matriz de priorização GUT (Gravidade, Urgência e Tendência), que permite realizar a classificação dos diferentes assuntos de acordo com seu grau de gravidade, urgência e tendência.

O levantamento dos dados em campo foi realizado utilizando a tabela 6, elaborada com base na fundamentação teórica apresentada neste trabalho, de modo a organizar a coleta de dados e facilitar a análise das patologias bem como auxiliar no seu diagnóstico.

Tabela 6 – Planilha de Inspeção Visual de Manifestações Patológicas

PATOLOGIA		IMAGEM REPRESENTATIVA	LOCAIS DE INCIDÊNCIA
1			
2			
3			
...			

Elaborada pelos autores (2022)

Após o levantamento das manifestações patológicas, foi realizada a análise das mesmas através do método de priorização da matriz GUT. Nessa análise foram consideradas a gravidade, a urgência e a tendência das manifestações diagnosticadas de modo a determinar a ordem de priorização para aplicação da terapia adequada para cada caso.

Foi desenvolvida uma planilha para aplicação do método conforme parâmetros apresentados neste trabalho. A pontuação aplicada para cada manifestação foi determinada pela utilização da tabela 7.

Tabela 7 – Planilha de aplicação do método GUT

PATOLOGIA	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Patologia 01					
Patologia 02					
Patologia 03					
...					

Elaborada pelos autores (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INSPEÇÃO PREDIAL

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, foi realizada uma inspeção predial na escola, com o intuito de identificar, analisar e diagnosticar as manifestações patológicas presentes na edificação.

Com base nessa inspeção predial, foram detectadas as manifestações patológicas apresentadas na tabela 8.

Tabela 8 – Planilha de Inspeção Visual de Manifestações Patológicas

PATOLOGIA		IMAGEM REPRESENTATIVA	LOCAIS DE INCIDÊNCIA
1	Armadura de pilar exposta		Pilares da área administrativa; Pilares do muro; Pilares da arquibancada.
2	Fissuras		Na parede próximo as extremidades superiores de janelas e portas; Na argamassa de reboco do muro.
3	Trincas ou rachaduras		Nos pilares da região administrativa; Nos pilares do refeitório.

4	Juntas		Nos encontros de paredes da área externa (muro).
5	Descolamento da argamassa de reboco		Nas paredes externas da edificação.
6	Ataque biológico em madeiras		Nas madeiras de cobertura; Nas esquadrias.

7	Bolor ou mofo		Na região superior do muro; Na região inferior das paredes externas e do muro.
8	Corrosão das grades metálicas		Nas grades das janelas;
9	Corrosão das estruturas metálicas		Em toda a estrutura metálica da quadra; Na cobertura da quadra.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Observou-se, com base na tabela 8 e na inspeção predial realizada na escola, que a área externa da edificação apresenta maior incidência de patologias, dentre as quais destacam-se a armadura exposta de pilares, fissuras nas paredes em regiões próximas as extremidades superiores de janelas e portas, trincas longitudinais e transversais tanto em pilares como na viga baldrame, juntas nos encontros da alvenaria de vedação do muro, fissuras na argamassa de reboco do muro, descolamento da argamassa de reboco nas paredes, pilares e viga baldrame, ataque biológico nas madeiras de cobertura e nas esquadrias, bolor ou mofo em toda a região do muro, corrosão das grades metálicas das janelas e corrosão da estrutura metálica da quadra poliesportiva.

4.2 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA GUT

Após a identificação das patologias através da inspeção predial, foi realizada aplicação da metodologia apresentada realizando a pontuação das patologias para a determinação do grau de priorização da matriz GUT. Essa pontuação e o cálculo do grau de priorização serão apresentados na tabela 9.

Tabela 9 – Planilha de aplicação do método GUT

ARMADURA EXPOSTA	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Pilar da área administrativa	4	4	3	4 x 4 x 3	48
Pilares do muro	4	3	3	4 x 3 x 3	36
Pilares da arquibancada	4	3	3	4 x 3 x 3	36
FISSURAS	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Em reboco	3	2	3	3 x 2 x 3	18
Inclinadas	3	2	2	3 x 2 x 2	12
TRINCAS OU RACHADURAS	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Transversais	2	2	4	2 x 2 x 4	16
JUNTAS	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Transversais	4	3	3	4 x 3 x 3	36
DESCOLAMENTO DA ARGAMASSA DE REBOCO	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Paredes externas	2	2	4	2 x 2 x 4	16
Viga Baldrame	2	2	4	2 x 2 x 4	16
ATAQUE BIOLÓGICO EM MADEIRAS	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO

Fungos	3	3	2	3 x 3 x 2	18
Xilófagos	3	2	2	3 x 2 x 2	12
BOLOR OU MOFO	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Muro (região superior)	2	2	3	2 x 2 x 3	12
Região inferior das paredes externas e do muro.	2	2	3	2 x 2 x 3	12
CORROSÃO	G	U	T	G x U x T	GRAU DE PRIORIZAÇÃO
Estrutura Metálica da Quadra	3	3	3	3 x 3 x 3	27
Cobertura Metálica da quadra	2	2	4	2 x 2 x 4	16
Grades	2	2	3	2 x 2 x 3	12

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Através da análise da tabela 9, observou-se que a patologia com maior grau de priorização é a armadura exposta nos pilares da área administrativa com uma pontuação de 48, sendo necessário iniciar o plano de tratamento por ela, e a menor pontuação foi de 12 para as fissuras inclinadas, ataque de xilófagos, bolor ou mofo nas paredes externas e no muro e a corrosão nas grades, sendo as últimas patologias a serem tratadas.

4.3 TRATAMENTO DAS PATOLOGIAS DIAGNOSTICADAS

Após a aplicação da metodologia apresentada neste trabalho, foi realizado o diagnóstico das patologias com base nas prováveis causas dessas anomalias, observadas na inspeção predial, seguido do seu plano de tratamento. Esse plano foi ordenado de acordo com o grau de priorização apresentado neste estudo de caso, através da metodologia GUT.

A tabela 10 apresenta um possível plano de tratamento com a patologia, o possível diagnóstico e a terapia para cada manifestação patológica encontrada na edificação em estudo, mostrando a ordem de priorização da execução.

Tabela 10 – Planilha de diagnóstico e aplicação de terapia

PONTUAÇÃO: 48	PATOLOGIA: Armadura exposta de pilar da área administrativa
PONTUAÇÃO: 36	PATOLOGIA: Armadura exposta no muro
PONTUAÇÃO: 36	PATOLOGIA: Armaduras expostas nas arquibancadas
DIAGNÓSTICO	Observou-se que a exposição da armadura é decorrente da etapa construtiva, na qual foi possível verificar a degradação devido ao traço do concreto mal executado, ocasionando fissuras que permitiram a entrada da umidade atmosférica ocasionando a oxidação da armadura e a expansão da bitola do aço, que consequentemente resultou no deslocamento do concreto e exposição das ferragens.
TRATAMENTO	É indicado realizar a remoção das áreas deterioradas através do lixamento da barra de aço e, em casos extremos, a troca da peça. Posteriormente, é refeita a cobertura.
PREVENÇÃO	Indica-se a utilização de sílica ativa adicionada ao concreto, formando a proteção das barras de aço e evitando sua oxidação.
PONTUAÇÃO: 36	PATOLOGIA: Juntas transversais no muro
DIAGNÓSTICO	Observou-se que as juntas transversais presentes no muro, apresentam espaçamento superiores a 5,1 mm e se apresentam nas regiões de encontro de paredes nas extremidades do muro. Sua ocorrência se dá pela ausência de amarração entre o pilar e as paredes de canto do muro.
TRATAMENTO	É indicado realizar a amarração entre o pilar do muro e a alvenaria. Essa amarração pode ser feita através de barras de aço inseridas no pilar e na argamassa de assentamento da alvenaria ou por meio de tela metálica parafusada no pilar.
PREVENÇÃO	Indica-se que a amarração entre o pilar e a parede do muro seja executada na fase de construção da edificação.
PONTUAÇÃO: 27	PATOLOGIA: Corrosão na estrutura metálica da quadra
DIAGNÓSTICO	Observou-se a corrosão de grande parte da estrutura metálica ocasionada pela falta de manutenção da estrutura, diretamente

	exposta a intempéries, como umidade do ar e chuvas. Além disso a pintura presente na estrutura aparenta grave estado de deterioração, facilitando o contato direto da estrutura com o ambiente.
TRATAMENTO	Indica-se a remoção das áreas corroídas realizando o lixamento da estrutura metálica e a execução de proteção com pintura ou galvanização da peça.
PREVENÇÃO	Indica-se a realização de manutenção da estrutura, por meio de pintura e/ou galvanização da estrutura.
PONTUAÇÃO: 18	PATOLOGIA: Fissuras no reboco
DIAGNÓSTICO	Observou-se que a fissuração da argamassa de revestimento do muro ocorre em toda a sua extensão. Observa-se que a ausência da etapa de chapisco implica na diminuição da aderência da argamassa na alvenaria, assim como o erro no traço da argamassa de reboco ocasiona a fissuração da argamassa de revestimento.
TRATAMENTO	É recomendada a remoção da área afetada, e a execução das três etapas do revestimento de argamassa: chapisco, emboço e reboco.
PREVENÇÃO	Recomenda-se cuidado na execução das três etapas: chapisco, emboço e reboco, bem como a utilização de traço adequado.
PONTUAÇÃO: 18	PATOLOGIA: Ataques biológicos em madeiras por fungo
DIAGNÓSTICO	Observou-se a presença de manchas escuras bem como sinais visuais de degradação da madeira caracterizando a presença de fungos devido a umidade.
TRATAMENTO	Recomenda-se o tratamento nas peças de madeira com biocidas que previnam novos ataques de fungos, de modo a mantê-los sob controle. Nos casos em que a madeira perca sua função, é indicada a substituição da peça.
PREVENÇÃO	É indicado o tratamento das madeiras com preservantes químicos antes de usá-las na construção.
PONTUAÇÃO: 16	PATOLOGIA: Trincas ou rachaduras transversais nos pilares
DIAGNÓSTICO	Observou-se que a trinca ou rachadura transversal é decorrente da etapa construtiva, na qual foi possível verificar a degradação devido ao traço do concreto mal executado, ocasionando fissuras que com o tempo aumentaram sua espessura permitindo a entrada da umidade

	atmosférica ocasionando a oxidação da armadura e a expansão da bitola do aço, que conseqüentemente pode vir a resultar no deslocamento do concreto e exposição das ferragens.
TRATAMENTO	Indica-se a análise para verificar se a trinca ou rachadura encontra-se ativa. No caso de estar inativa, recomenda-se a aplicação de cobertura acrílica ou argamassa. Caso esteja ativa é necessário realizar a retirada do material solto e verificar a situação da armadura de aço. Se esta apresentar sinais de corrosão, recomenda-se realizar a remoção das áreas deterioradas através do lixamento da barra de aço e, em casos extremos, a troca da peça. Posteriormente, é refeita a cobertura.
PREVENÇÃO	Indica-se a utilização de sílica ativa adicionada ao concreto, formando a proteção das barras de aço e evitando sua oxidação.
PONTUAÇÃO: 16	PATOLOGIA: Descolamento de argamassa de reboco nas paredes externas e na viga baldrame
DIAGNÓSTICO	Observou-se nas regiões onde ocorre o deslocamento da argamassa de reboco que o traço da argamassa possivelmente, apresenta quantidade insuficiente de cimento, assim como a ausência de camada de chapisco.
TRATAMENTO	Recomenda-se realizar a raspagem e limpeza das áreas de reboco soltas da parede de alvenaria e refazer as três etapas do revestimento: chapisco, emboço e reboco utilizando traço de argamassa adequado. Em caso de haver umidade, investigar e resolver a causa da umidade, antes de executar o revestimento.
PREVENÇÃO	Recomenda-se cuidado na execução do revestimento, executando as etapas de chapisco, emboço e reboco e fazendo uso de traço de argamassa adequado. Para evitar a umidade por capilaridade, que pode causar o inchamento da camada de revestimento e seu deslocamento, recomenda-se a realização de impermeabilização da viga baldrame, na fase de construção da fundação da edificação.
PONTUAÇÃO: 16	PATOLOGIA: Corrosão na cobertura metálica da quadra
DIAGNÓSTICO	Observou-se que em algumas regiões da cobertura metálica há a presença de corrosão, devido a exposição a intempéries. Assim, a falta de proteção ou má execução da proteção das telhas metálicas

	facilita o contato direto desta com o ambiente, causando sua corrosão.
TRATAMENTO	Como a incidência de corrosão nas telhas metálicas ocorre apenas em algumas peças, é viável realizar a troca das peças mais corroídas. Nas peças menos desgastadas pode ser feita a remoção das áreas corroídas realizando o lixamento da telha metálica. O tratamento deve ser finalizando com a execução de proteção com pintura ou galvanização em toda a cobertura.
PREVENÇÃO	Indica-se a manutenção constante da cobertura metálica por meio de pintura e/ou galvanização das peças.
PONTUAÇÃO: 12	PATOLOGIA: Fissuras inclinadas
DIAGNÓSTICO	Observou-se a concentração de tensões nas regiões da parede que estão próximas as extremidades de janelas e portas originando fissuras diagonais devido a ausência ou má execução da verga.
TRATAMENTO	Indica-se a análise para verificar se a fissura encontra-se ativa. No caso da fissura estar inativa, recomenda-se a aplicação de cobertura acrílica ou argamassa. Caso esteja ativa, é necessário corrigir a origem do problema e neste caso, recomenda-se a execução da contraverga.
PREVENÇÃO	Indica-se a execução de vergas e contravergas na etapa de construção da edificação.
PONTUAÇÃO: 12	PATOLOGIA: Ataque biológico em madeiras por xilófagos
DIAGNÓSTICO	Observou-se a presença de furos na madeira caracterizando a presença de insetos (xilófagos).
TRATAMENTO	Deve ser realizada a remoção dos insetos com aplicação de inseticidas e posterior tratamento nas peças de madeira com biocidas que previnam novos ataques, de modo a mantê-los sob controle. Nos casos em que a madeira perca sua função estrutural na cobertura, é necessária a substituição da peça.
PREVENÇÃO	Indica-se o tratamento das peças de madeira com biocidas antes de usá-las na construção da edificação.
PONTUAÇÃO: 12	PATOLOGIA: Bolor ou mofo nos muros (região superior)
DIAGNÓSTICO	Observou-se a presença de bolor ou mofo na extremidade superior do muro que é ocasionada por umidade descendente originada pela

	chuva devido a ausência de pingadeira de muro.
TRATAMENTO	Instalação de rufos que servirão de pingadeira protegendo a parede do muro.
PREVENÇÃO	Indica-se a instalação de rufos na etapa da construção do muro.
PONTUAÇÃO: 12	PATOLOGIA: Bolor ou mofo na região inferior das paredes externas e no muro.
DIAGNÓSTICO	Observeu-se a presença de bolor ou mofo na extremidade inferior do muro que se dá pela umidade por elevação ou capilaridade, devido à ausência ou má execução da impermeabilização da viga baldrame.
TRATAMENTO	É necessário realizar a impermeabilização da viga baldrame tanto do muro como da edificação, quebrando a parede na região próxima a ligação entre parede e piso, aplicando a impermeabilização metro a metro.
PREVENÇÃO	Indica-se a impermeabilização da viga baldrame na etapa de execução da fundação, antes da execução das paredes do muro e das paredes externas da edificação.
PONTUAÇÃO: 12	PATOLOGIA: Corrosão nas grades das janelas
DIAGNÓSTICO	Observou-se a ausência de pintura específica ou galvanização bem como de manutenção da peça metálica, que se encontra exposta a agentes agressoras como a chuva e a umidade do ambiente.
TRATAMENTO	Remoção das áreas corroídas realizando o lixamento da grade metálica e execução de proteção com pintura ou galvanização da peça.
PREVENÇÃO	Indica-se a manutenção constante das grades por meio de pintura e/ou galvanização das peças.

Fonte: Elaborada pelos autores (2022).

Após tratamento e análise dos resultados deste estudo de caso, baseado na inspeção predial realizada na edificação e na aplicação da metodologia GUT para priorização do tratamento, foi constatado que a edificação, embora não apresente danos significativos em sua estrutura, se encontra em estado de avançada degradação, o que pode vir a comprometer a durabilidade da estrutura, diminuir sua vida útil e afetar seu desempenho.

Assim, recomenda-se a realização dos reparos indicados neste trabalho seguindo a ordem de execução determinada. Ressalta-se, a importância de iniciar os reparos pelos danos

mais urgentes, como a correção das armaduras expostas das vigas de pilares, uma vez que estas podem vir a comprometer a estrutura da edificação bem como ocasionar acidentes. Assim como, executar o tratamento da corrosão da estrutura metálica da quadra, de modo a evitar o agravamento da patologia e o possível colapso da estrutura. As demais patologias, embora menos graves e urgentes, devem seguir as terapias indicadas, garantido sua manutenção e evitando seu agravamento.

É importante ressaltar, que os diagnósticos aqui apresentados, foram baseados apenas na inspeção predial por meio da visualização da patologia, sem que fossem realizados análises ou ensaios laboratoriais que viessem a confirmar o diagnóstico. Dessa forma, as terapias e métodos preventivos são baseados no diagnóstico apresentado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das manifestações patológicas presentes em edificações, norteia o processo de desenvolvimento de mecanismos e métodos construtivos cada vez mais eficientes no que se refere as condições de durabilidade, vida útil e desempenho das edificações. Nesse cenário, se faz necessário analisar as causas de anomalias de modo proporcionar a elaboração de um plano de manutenção de estruturas, como é o caso do objeto de estudo deste trabalho. A delimitação do objeto de estudo se deu pela coleta de informações junto a equipe de Engenharia e Arquitetura da Secretaria de Infraestrutura e Saneamento do município, que realizou levantamento da situação da estrutura das escolas da rede municipal. Assim, foi realizada uma inspeção predial na escola, que norteia esse estudo, seguindo as diretrizes das normas de inspeção predial (ABNT NBR 16747/2020) e desempenho (ABNT NBR 15.575/2013).

A aplicação da metodologia proposta mostrou-se satisfatória, uma vez que permitiu o desenvolvimento do objetivo proposto. Assim, foi realizado um estudo de caso fundamentado em uma revisão bibliográfica bem como inspeção predial em uma escola no município de Icapuí – Ceará, que possibilitou a análise bem como a identificação das manifestações patológicas existentes, especificamente na área externa da edificação.

Através da aplicação da metodologia GUT, foi possível realizar a priorização da aplicação das terapias, bem como propor um plano de tratamento com a finalidade de corrigir as patologias identificadas.

Foram obtidos resultados positivos, uma vez que a priorização da resolução dos problemas encontrados bem como a determinação das terapias permite a realização da manutenção da estrutura de forma eficiente, aumentando a durabilidade e a vida útil da estrutura e mantendo a mesma com nível de desempenho satisfatório.

Como sugestão para trabalhos futuros, indicamos a realização de uma análise da influência da região litorânea em edificações localizadas na zona costeira da cidade de Icapuí – Ceará, realizando uma comparação com edificações localizadas em zonas distantes da influência da maresia.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.747**: Inspeção predial – Diretrizes, conceitos, terminologias e procedimentos. Rio de Janeiro, 2020
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- ANDRADE, Jairo José de Oliveira. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado – Análise das manifestações patológicas nas estruturas no estado de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em engenharia). Universidade Federal do rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997.
- AZEVEDO, Minos Trocoli de. **Patologia das Estruturas de Concreto: In: Isaia, g. c. (ed.) concreto: Ciência e tecnologia**. 1ª ed. São Paulo: IBRACON, 2011. V. 2. 1095-1128 p.
- BERTOLINI, Luca. **Materiais de Construção: patologia, reabilitação, prevenção**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.
- BRITO, Thaís Farias. **Análise de Manifestações Patológicas na construção civil pelo método GUT: Estudo de caso em uma Instituição Pública de Ensino Superior. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil)**. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2017.
- CECHINEL, Paula; CITADIN, Ricardo Grassi. **Desenvolvimento de metodologia para implantação de diagnóstico dinâmico para fins de manutenção aplicados às Unidades Básicas de Saúde. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil)**. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. Tubarão, 2018.
- FIGUEIREDO, Enio Pazini; MEIRA, Gibson. **Corrosão das armaduras das estruturas de concreto**. Boletim Técnico da ALCONPAT Brasil, v. 1, n. 1, 2013.
- FREIRE, P. & SHOR, Ira. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.
- HARTMANN, Kirstyn Laufer. **Avaliação do conforto higrotérmico em edificações**

residenciais: estudo de caso para zona bioclimática 2. Trabalho final para obtenção de título (mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS (2021)

HELENE, Paulo R.L. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto.** 1ª ed. São Paulo: Pini, 1988.

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

IBAPE/SP – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo – Norma de Inspeção Predial, 2ª ed. São Paulo, 2015.

Vários autores. **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho/organizado por Gihad Mohamad.** 2ª ed. Ampliada e revisada conforme a NBR 16868/2020 - São Paulo: Blucher, 2020.

OTONI, Alessandro Ivo; FERREIRA, Bianor de Oliveira; LIMA, Jussara. **Inspeção Predial na Prática: Guia prático de inspeção predial para quem quer começar do zero.** 1º ed. Editora, Minas Gerais, 2019.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso Básico de Concreto Armado: conforme NBR 6118/2014.** – São Paulo: Oficina de textos, 2015.

RECENA, Fernando Antônio Piazza. **Dosagem e Controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portland.** 4ª ed. ediPUCRS, 2017.

SILVA, Sara Santos e. **Diagnóstico de Estruturas de Concreto em Ambiente Marinhos: Estudo de Caso de uma Plataforma de Pesca.** Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Goiás. 2017.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; Ripper, Thomaz. **Patologia, Recuperação e Reforma.** 1ª ed. Pini, São Paulo, 1998.

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E. **Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações.** Fortaleza: Edições UFC, 2009.