CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.359
ISBN 978-65-86819-05-2

DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL – ESTUDO DE CASO

PENHA JÚNIOR, CARLOS AÉCIO MONTEIRO
Graduando em engenharia civil
Centro Universitário Fanor Wyden
Ceará; Brasil
carlosaecio10@gmail.com

RESUMO

As edificações estão expostas aos agentes agressores do meio ambiente que degradam a estrutura de concreto armado ao longo do tempo causando as manifestações patológicas que afetam negativamente a estrutura. Haja vista a importância do tema para evitar acidentes, este artigo visa analisar e diagnosticar as manifestações patológicas da estrutura de concreto armado do condomínio residencial através da vistoria, inspeção predial e do método GUT para avaliar a prioridade da correção com base no estado do elemento estrutural deteriorado deste estudo de caso. O objeto de estudo apresenta elementos estruturais com degradações graves que necessitam de reparos e correções o mais breve possível. Concluiu-se que a corrosão da armadura de aço é o principal mecanismo de deterioração do concreto sendo causada em alguns locais pela infiltração de água e gases agressivos provenientes de fumaça presente semanalmente.
Palavras-chave: Manifestações patológicas do concreto armado. Manutenção periódica. Inspeção predial. Método GUT.

ABSTRACT

The reinforced concrete structure is the most used building system in Brazil and its conception and project execution must obey the technical norms that define the procedures and guidelines that guarantee the adequate useful life, durability and performance for the comfort and safety of users. However, buildings are exposed to environmental aggressors that degrade reinforced concrete over time causing pathological manifestations that negatively affect the structure. Periodic maintenance aims to prevent or correct the occurrences of construction pathologies and their absence aggravates these problems. Considering the importance of the theme to avoid accidents, this article aims to analyze and diagnose the pathological manifestations of the residential condominium's reinforced concrete structure through survey, building inspection and the GUT method to evaluate the priority of correction based on state of the deteriorated structural element of this case study. The object of study presents structural elements with severe degradation that need repairs and corrections as soon as possible. It was concluded that corrosion of steel reinforcement is the main mechanism of concrete deterioration being caused in some places by the infiltration of water and aggressive gases from smoke present weekly.
Keywords: Pathological manifestations of reinforced concrete. Periodic Maintenance. Building inspection. GUT method.

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil, uma edificação deve ser segura, durável e confortável para a sua devida função residencial, comercial ou institucional. De acordo com a ABNT NBR 15575-1 (2013), a durabilidade é a capacidade da edificação ou de suas partes de desempenhar suas finalidades que lhe foram atribuídas na concepção dos projetos durante a sua vida útil estabelecida, levando em consideração o uso e a manutenção da construção. O período de tempo em que uma edificação começou a ser usada ou operada até o momento em que o seu desempenho se torna inviável para atender as diretrizes de projeto é chamado de vida útil. Cada sistema, como a estrutura de concreto armado, que compõe o edifício tem a sua vida útil de projeto mínima estabelecida pelas normas brasileiras (ABNT NBR 15575-1, 2013).

A patologia das edificações estuda as deteriorações, os mecanismos e as causas das degradações do edifício. Watt (2007, apud AEEBC, 1994) relata que há três áreas distintas, embora estejam interrelacionadas, da definição de patologia da construção que devem ter atenção que são as áreas de preocupação da identificação, investigação e diagnóstico de defeitos existentes, do prognóstico dos defeitos diagnosticados e da elaboração e implementação do

ISBN 978-65-86819-05-2

programa de obras corretivas. Uma deterioração de grau pequeno pode tornar-se um problema mais grave com a ação dos agentes degradantes quando não é analisada, solucionada e recuperada a partir do uso da manutenção e da engenharia diagnóstica.

A manutenção da edificação é o conjunto de atividades com diretrizes que visam a conservação ou a recuperação dos sistemas prediais que são necessárias para atender os critérios de desempenho respeitando ou prolongando a sua vida útil (SOUZA; RIPPER, 1998). A manutenção é composta pela manutenção preventiva que objetiva a conservação dos elementos que constituem o edifício dificultando ou impedindo que ocorra falha de desempenho a partir de um programa de atividades de controle e monitoramento e relatórios técnicos e pela manutenção corretiva que visa uma intervenção e correção imediata após a ocorrência da degradação.

Os empreendimentos antigos com idade superior a 30 anos tendem a possuir muitas degradações em seus sistemas prediais, pois apesar da sua concepção e execução da construção terem respeitados as normas regulamentadoras e serem realizados com qualidade obtendo um desempenho dentro das diretrizes para ter durabilidade e respeitar a vida útil de projeto, a falta de manutenção, o mau uso da edificação por parte dos usuários e o tempo ocasionam manifestações patológicas que quando agravados podem inviabilizar a utilização da edificação e a sua recuperação terá um custo mais elevado. Geralmente, os edifícios antigos que apresentam os casos mais sérios são os de padrões populares devido, principalmente, à dificuldade financeira.

O trabalho tem como objetivo analisar, inspencionar e diagnosticar as manifestações patológicas da estrutura de concreto armado de um condomínio residencial localizado em Fortaleza. .

2. METODOLOGIA

2.1 Objeto do estudo de caso

O objeto definido para este estudo de caso é um condomínio residencial composto por blocos de quatro pavimentos, sem subsolos, com idade de 37 anos, até a data de realização deste artigo, construído pelo sistema estrutural de concreto armado de acordo com as normas regularizadoras vigentes do ano de 1983, porém o seu telhado é formado por terças e telhas de outros materiais construtivos. A sua estrutura é formada por lajes que são apoiadas nas vigas, estas são apoiadas nos pilares e estes na fundação. Para ter um nome referencial dos blocos do condomínio para fins privativo, ético e metodológico, adotou-se uma numeração fictícia de B1 a B6 para nomeá-los. Esses blocos são despostos em pares no terreno sendo B1 e B2, B3 e B4 e, por fim, B5 e B6 e foram construídos distante de cada par de blocos.

O local do condomínio está distante em média de 3,52 quilômetros do mar no bairro Praia do Futuro II e de 765 metros do rio Cocó e, sendo assim, está na zona de classe de agressividade ambiental II (CAA II) de acordo com o mapeamento da zona de agressividade realizado pelo PEC/UFC, Inovacon, Coopercon-CE, Sinduscon-CE e Cimento Apodi. A ABNT NBR 6118 (2014), explana que a CAA II tem uma agressividade moderada, uma classificação de ambiente urbana e um pequeno risco de deterioração da estrutura de concreto armado.

2.2 Procedimento metodológico

Realizou-se a busca por projetos e documentos da edificação e a vistoria visual utilizando meio fotográfico no local para o levantamento de subsídios. Cada pavimento da edificação foi vistoriado observando os problemas das suas áreas comuns que são os pilotis, as escadas e as partes estruturais externas dos apartamentos. Em seguida, a inspeção predial foi executada por meio de ensaio não-destrutível que consistiu em inspeção visual coletando os dados com o uso do fissurômetro para medir as aberturas das fissuras, identificando a manifestação patológica com detalhes das suas características e o possível mecanismo de deterioração organizando os dados obtidos conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Manifestações patológicas e mecanismo de deterioração

Problema	Manifestação patológica	Diagnóstico
01	Imagem	
N	Imagem	

Posteriormente, utilizou-se o método GUT em que consiste analisar a gravidade do problema considerando a intensidade dos danos, a urgência para que haja resolução do problema e a tendência da situação do problema

ISBN 978-65-86819-05-2

considerando o seu desenvolvimento na ausência da correção. Meireles (2001) relata que no método GUT, os problemas serão avaliados com nota no valor de 1 a 5 para cada critério para fins de classificação de prioridade apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios GUT e suas notas

Critério	Nota				
	1	2	3	4	5
Gravidade	Dano mínimo	Dano leve	Dano regular	Grande dano	Dano grave
Urgência	Longuíssimo prazo	Longo prazo	Prazo médio	Curto prazo	Imediatamente
Tendência	Desaparece	Reduz-se	Permanece	Aumenta	Piora muito

Fonte: Meireles (2001)

As notas obtidas em cada critério do método GUT para cada problema são multiplicadas para obter a resultante de GUT e, assim, identificar os problemas que deverão ser priorizados conforme a equação 1.

$$W = X \times Y \times Z \quad (1)$$

Onde
W: Resultante de GUT;
X é a nota da gravidade;
Y é a nota da urgência;
Z é a nota da tendência.

Os problemas foram classificados por ordem numérica decrescente a partir do maior valor da resultante de GUT. Meireles (2001) sugere a Tabela 2 apresentada abaixo para a aplicação do método GUT.

Tabela 3 – Análise e resultado da manifestação patológica pelo método GUT com exemplificação

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultante de GUT	Prioridade GUT
01	3	3	1	9	1º
N	X	Y	Z	W	Pº

3. RESULTADOS

3.1 Documentação

O condomínio não possui os projetos de estrutura, arquitetura e instalações prediais da edificação guardados. Também não possui o manual de uso, operação e manutenção da edificação. Não há documentos técnicos das manutenções que possam ter sido realizadas durante todo o seu tempo de uso.

3.2 Vistoria visual

Observou-se que todos os blocos apresentam estado físico degastado e sujo devido à falta de manutenção e ao mau uso. Houveram reformas recentes que foram feitas na tentativa de corrigir os problemas, porém alguns já possuem degradações aparentes provavelmente causadas pelos procedimentos inadequados para a situação. Alguns moradores relataram que há ocorrência de fissuras em seus apartamentos, parte interna, que não foram vistoriadas e incluídas neste artigo por motivo de privacidade.

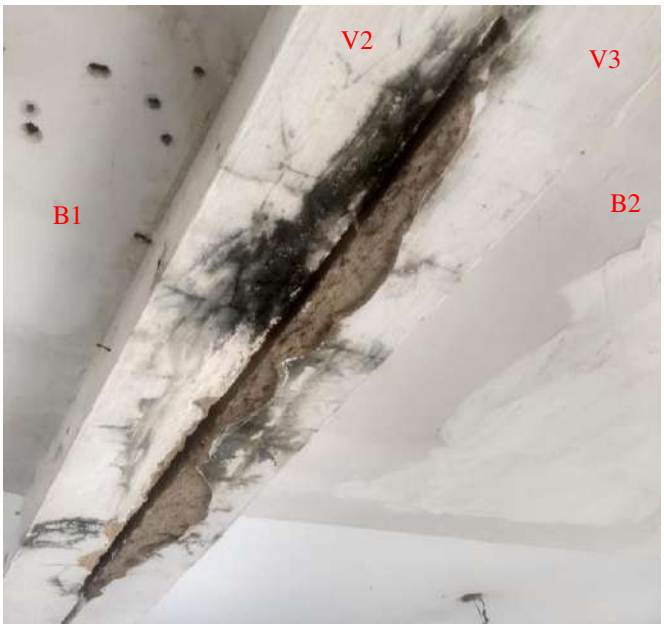
Durante as vistorias, observou-se a presença de fumaça gerada por queimadas desconhecidas na vizinhança do condomínio semanalmente e em horário específico sendo entre 16:00 as 17:30. Uma dessas queimadas foi tão intensa que o ambiente ficou com tonalidade cinza e pôde-se ver algumas cinzas flutuando no ar dos ambientes do condomínio. Segundo os moradores, essas queimadas ocorrem há anos.

ISBN 978-65-86819-05-2

3.3 Inspeção visual

Os resultados obtidos das manifestações patológicas incluindo as aberturas das fissuras localizadas em elementos estruturais durante a inspeção visual são apresentados com os possíveis mecanismos de deterioração na Tabela 4 a seguir

Tabela 4 – Problemas de manifestação patológica do estudo de caso

Problema	Manifestação patológica	Diagnóstico
01	 Figura 1: Viga V1 no pilotis do B1.	**Manifestação patológica:** Desagregação do concreto, corrosão da armadura de aço e fissuras no inferior da viga V1. **Possível mecanismo de deterioração:** Fissuras devido à corrosão da armadura de aço.
02	 Figura 2: Vigas V2 e V3 com junta de dilatação no pilotis do B1 e B2.	**Manifestação patológica:** Desagregação da camada de cobrimento do concreto e fissuras. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço devido à infiltração de água nas vigas com proliferação de mofo (Espécie de fungo).

ISBN 978-65-86819-05-2

03	 Figura 3: Viga V4 no pilotis do B2.	**Manifestação patológica:** Desagregação e fissuras horizontais inferior com abertura máxima de 5,0 mm no concreto ao longo da direção da armadura. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço devido à infiltração de água.
04	 Figura 4: Pilar P1 externo do B2.	**Manifestação patológica:** Desagregação da camada de cobrimento do concreto, corrosão da armadura de aço e fissuras com abertura máxima de 2,5 mm. **Possível mecanismo de deterioração:** Reforma inadequada e corrosão da armadura de aço já existente antes da reforma.

ISBN 978-65-86819-05-2

05	 Figura 5: Pilar P2 no pilotis do B4.	**Manifestação patológica:** Desagregação do concreto, corrosão da armadura de aço e fissura com abertura máxima de 1,6 mm no concreto ao longo da armadura. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço devido à infiltração de água. Observa-se o crescimento de vegetação na base do pilar.
06	 Figura 6: Pilar P3 e viga V5 no pilotis do B4.	**Manifestação patológica:** Fissuras com abertura máxima de 2,0 mm no pilar P3 se prolongando ao longo do rejunte e revestimento cerâmico e fissura vertical na viga V5 **Possível mecanismo de deterioração:** Falha por cisalhamento da viga e corrosão da armadura de aço devido à infiltração de água do apartamento superior que possui histórico do problema.

ISBN 978-65-86819-05-2

07	 Figura 7: Viga V5 no pilotis do B4.	**Manifestação patológica:** Fissuras horizontais no inferior da viga V5 com abertura máxima de 1,8 mm no concreto ao longo da armadura. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço devido à infiltração de água do apartamento superior que possui histórico do problema..
08	 Figura 8: Vigas V6 e V7 no pilotis do B4.	**Manifestação patológica:** Fissuras horizontais inferior com abertura máxima de 2,0 mm no concreto ao longo da armadura. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço proveniente da infiltração de água com proliferação de fungo.

ISBN 978-65-86819-05-2

09	 Figura 9: Pilar P4 no pilotis do B4.	**Manifestação patológica:** Desagregação do concreto, corrosão avançada da armadura de aço e fissuras. Observou-se um desprendimento de concreto durante a inspeção. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço.
10	 Figura 10: Pilar P5 no pilotis do B5.	**Manifestação patológica:** Fissuras com abertura máxima de 25 mm no concreto armado. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço do pilar. Anteriormente, os pilares do B5 foram reformados, pois estavam deteriorados.

ISBN 978-65-86819-05-2

11	 Figura 11: Pilar P6 no pilotis do B5.	**Manifestação patológica:** Fissuras com abertura máxima de 1,8 mm no concreto armado. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço do pilar. Anteriormente, os pilares do B5 foram reformados, pois estavam deteriorados.
12	 Figura 12: Verga do B5.	**Manifestação patológica:** Desagregação do concreto e corrosão da armadura de aço. **Possível mecanismo de deterioração:** Fissuras no concreto devido à corrosão da armadura e ausência do encunhamento na reforma inadequada.
13	 Figura 13: Pilar P7 no pilotis do B6	**Manifestação patológica:** Fissuras com abertura máxima de 1,8 mm no concreto armado. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço do pilar. Anteriormente, os pilares do B6 foram reformados, pois estavam deteriorados.

ISBN 978-65-86819-05-2

14	 Figura 14: Pilar P8 no pilotis do B6	**Manifestação patológica:** Fissuras com abertura máxima de 2,0 mm no concreto e desagregação do concreto. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço do pilar. Anteriormente, os pilares do B6 foram reformados, pois estavam deteriorados.
15	 Figura 15: Pilar P9 externo do B6.	**Manifestação patológica:** Desagregação do reboco no pilar de concreto. **Possível mecanismo de deterioração:** Corrosão da armadura de aço devido à infiltração de água na estrutura visto que há o crescimento de vegetação.

3.4 Avaliação com o método GUT

A partir da aplicação da metodologia de GUT nas manifestações patológicas dos dados da Tabela 4, pôde-se obter as resultantes e as prioridades de GUT para cada problema que são organizadas e apresentadas na Tabela 5 para corrigir cada problema estrutural considerando a ordem decrescente da resultante de GUT.

Tabela 5 – Análise e resultado das manifestações patológicas pelo método GUT

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Resultante de GUT	Prioridade GUT
01	5	5	5	125	1º
02	5	5	5	125	1º
03	4	5	4	100	2º
04	5	5	5	125	1º
05	5	5	5	125	1º
06	5	5	5	125	1º
07	4	4	4	64	3º
08	5	5	5	125	1º

ISBN 978-65-86819-05-2

09	5	5	5	125	1º
10	4	4	4	64	3º
11	4	4	4	64	3º
12	5	5	5	125	1º
13	4	4	4	64	3º
14	4	4	4	64	3º
15	4	4	4	64	3º

4. CONCLUSÕES

Observou-se que os diagnósticos apresentaram um possível mecanismo de deterioração mais frequente que foi a corrosão da armadura de aço do concreto armado nos problemas identificados e principalmente no pilotis. Pode-se afirmar que a ação conjunta da fumaça de queimadas semanalmente incidindo no condomínio durante anos, da infiltração de água dos vazamentos da instalação hidráulica, da chuva e do aguamento de plantas para um dos blocos na estrutura e a ocorrência de reformas sem obedecer as diretrizes das normas técnicas contribuíram para o processo da corrosão da armadura de aço provavelmente através do fenômeno da carbonatação ou da ação de cloretos que causam a despassivação do aço deixando-o desprotegido aos agentes agressivos.

A partir das inspeções e da utilização do método GUT, pôde-se avaliar e classificar os riscos dos problemas patológicos identificados e concluiu-se que os blocos B4 por possuir ocorrências de infiltração de água com proliferação de fungo, de concreto se desagregando, armadura exposta e corroída em dois pilares com um terceiro pilar que foi, recentemente, reformado escondendo a corrosão do aço e vigas fissuradas, B1 por possuir ocorrência de infiltração de água com proliferação de fungo e de concreto se desagregando e armadura corroída em suas vigas, e B2 por possuir ocorrência de infiltração de água com proliferação de fungo, de fissuras em suas vigas e pilar com armadura exposta e corroída são os blocos que estão com a estrutura mais debilitada necessitando urgentemente de correção devendo ser escorados o mais breve possível. Os blocos B5 e B6 possuem quase todos os pilares no pilotis fissurados apesar de terem sido reformados a pouco tempo. O bloco B3 foi o que apresentou menos danos visuais à sua estrutura.

Neste artigo, a importância da existência e da utilização do manual de uso, operação e manutenção da edificação é evidente e comprovada visto que a sua ausência resultou na falta da manutenção preventiva e corretiva e em reformas inadequadas que, em conjunto com os agentes agressores do ambiente, ocasionaram danos que comprometeram o desempenho, durabilidade e a vida útil da estrutura do condomínio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: **Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

INOVACON (Ceará), COOPERCON (Ceará), SINDUSCON (Ceará), Cimento Apodi, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal do Ceará. **Cartilha estudo da agressividade do ar em Fortaleza/CE**. Fortaleza, 2016.

MEIRELES, M. **Ferramentas administrativas para identificar, observas e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. 1. ed. São Paulo: Art & Ciência, 2001. 144 p.

SOUZA, V. C; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998. 255 p.

WATT, D. S. **Building pathology: principles and practice**. 2nd. Singapura: Blackwell Publishing Ltd, 2007. 320 p.