

## **Avaliação Patológica e Proposta de Restauração em Estruturas de Concreto Armado – Estudo de Caso de uma Ponte do Município de Pirpirituba - PB**

**Diego de Paiva Bezerra<sup>1</sup>, Maria Ingridy Lacerda Diniz<sup>2</sup>, Karina dos Santos Fernandes de Sousa<sup>3</sup>, Lucas Moura Delfino<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba/ Departamento de Engenharia Civil/  
diegop.bezerra@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Estadual da Paraíba/ Departamento de Engenharia Civil/  
ingridydiniz1225@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Estadual da Paraíba/ Departamento de Engenharia Civil/ karinafernandes-  
@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Estadual da Paraíba/ Departamento de Engenharia Civil/  
lucasmouragba@hotmail.com

### **Resumo**

Com o advento da urbanização, foi notória a intervenção antrópica no espaço natural, com o intuito de atrair o bem-estar coletivo e individual do ser humano. A necessidade em chegar a diferentes lugares, a inter-relação entre membros de diferentes grupos fez desenvolver-se a construção de ferrovias e linhas rodoviárias que facilitasse o ir e vir do homem. No entanto, a disposição geográfica desuniforme, somado aos limites geográficos como: rios, depressões e relevos irregulares, fez o homem engenhar soluções que atendessem os anseios da sociedade. São exemplos dessas engenharias: viadutos, túneis e pontes, essa última enfatizada no presente trabalho, palco para diversos agentes patológicos que derivam problemas de corrosão na armadura do concreto armado, carbonatação do concreto, fissuras, trincas e exposição de componentes estruturais, o que conduz a uma má funcionalidade da estrutura. Assim, o presente artigo tem por objetivo realizar um mapeamento em termos estruturais e danos patológicos em uma ponte localizada no município de Pirpirituba, inserida na região do planalto da Borborema do estado da Paraíba. A ponte encontra-se em desuso quando a referência são veículos automotores, porém parte da população ainda a utiliza como meio de passagem de uma localidade para outra. Além do mais, verificou-se a presença de exposição de armaduras em estado de corrosão, ambiente com índices consideráveis de sulfatos, contribuintes para a aceleração dos eventos patológicos e uma camada superficial de concreto, por onde ocorre a passagem da população, deteriorada. Todos os dados, para desencadeamento dos resultados, foram obtidos a partir da verificação visual, por meio de registros fotográficos do objeto em estudo e da localidade. Por fim, foi feita uma proposta de restauração da ponte com finalidade de torná-la segura e viável ao uso com garantia de seguridade a população local.

### **Palavras-chave**

Estrutura; Patologia; Ponte.

## Introdução

Na atualidade, as práticas construtivas se inclinam para um desenvolvimento maior devido ao aparato tecnológico disposto no mercado da construção civil. Desse modo, as estruturas de concreto deveriam apresentar desempenhos satisfatórios e serem mais duráveis <sup>[1]</sup>. Contudo, Segundo Andrade e Silva <sup>[2]</sup>, a partir da segunda metade do século XX, a indústria da construção civil começou a se confrontar com o aumento vertiginoso dos danos causados pela deterioração das estruturas de concreto e os enormes custos envolvidos para repará-las.

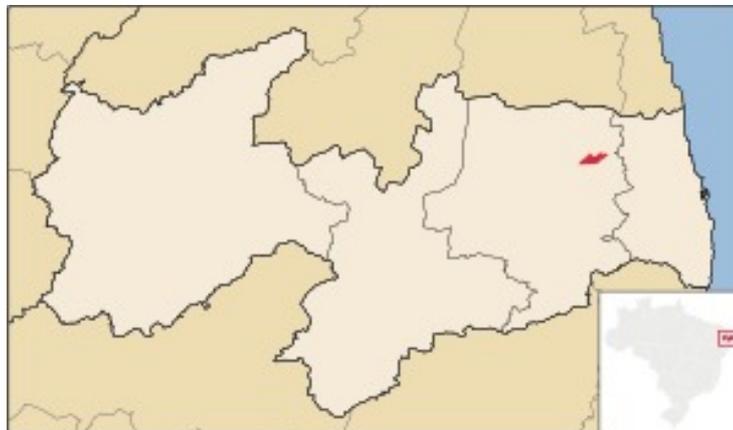
Dentre essas estruturas encontram-se as formadoras de pontes, que segundo Diógenes <sup>[3]</sup>, são elementos indispensáveis de um sistema viário, interligando cidades e até diferentes países, desempenhando diversas funções para a sociedade, tais como: social, cultural e econômica. Logo, por ser uma peça de concreto, sua durabilidade nas obras é essencial para um período de vida útil dentro dos padrões de segurança e qualidade da construção.

A durabilidade se define pela capacidade de resistência que a estrutura oferece às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo engenheiro estrutural e o contratante no início da etapa de elaboração do projeto <sup>[4]</sup>. Contudo, todas as estruturas, inclusive as pontes, em algum momento de sua vida útil, irão apresentar algum tipo de patologia, muitas vezes dependendo da predominância de material empregado e do ambiente no qual a estrutura foi construída.

Souto <sup>[5]</sup> diz que a ausência de manutenção periódica nas grandes estruturas também é um grande motivo para o aparecimento de patologias na estrutura desencadeando diversos tipos de “lesões” nas pontes. A abertura de fissuras, o deslocamento do concreto, a presença de infiltração e eflorescências e a corrosão das armaduras são os principais sintomas encontrados nas pontes ao longo da sua vida útil.

Por isso, instigado pela importância dessas estruturas, o objetivo do presente trabalho foi inspecionar uma dessas pontes, a fim de identificar os diversos tipos de manifestações patológicas através de um mapeamento fotográfico das áreas da ponte que foram mais afetadas, numa tentativa de alertar as autoridades governamentais sobre a necessidade urgente de recuperação dessa obra de arte da engenharia, visto que a deterioração da sua estrutura mesmo já sendo considerada comum não exclui o fato de ser agravada.

A cidade de Pirpirituba está localizada na região geográfica imediata de Guarabira, no estado da Paraíba, no Brasil. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2017 sua população era estimada em 10.585 habitantes, possui área territorial de 80 quilômetros quadrados.



**Figura 1 – Localização da Cidade de Pirpirituba – PB**

O levantamento das manifestações patológicas foi realizado através de inspeção visual, registrando observações a respeito de cada problema identificado. Além disso, utilizou-se de registro fotográfico para verificar posteriormente quais os principais problemas encontrados na construção. Não foi possível ter acesso a nenhum tipo de projeto da estrutura em questão.

A análise dos dados fundamentou-se em primeiramente quantificar todas as manifestações patológicas semelhantes na extensão de toda a ponte, classificando-as em: trincas, fissuras, ferrugem, deslocamentos e infiltração. Em seguida, com as informações coletadas, estudou-se caso a caso, buscando-se verificar as possíveis causas e soluções das manifestações patológicas.

### **Conclusões**

O diagnóstico certo de uma lesão física, química ou biológica em uma arquitetura revela os principais eventos responsáveis pelo problema. O resultado do reconhecimento patológico de qualquer estrutura deve ser embasado em uma análise estrutural profunda e dos mecanismos responsáveis pela degradação da mesma.

Os dados quantitativos e qualitativos derivam da análise visual, presencial e por registro fotográfico, de uma ponte em estado de deterioração localizada no município de Pirpirituba – PB na Rua Getúlio Vargas e paralela a PB-073, que dá acesso ao município vizinho. Os resultados revelam a identificação, causa e possíveis tratamentos estruturais detalhadas em sequência nesse tópico.

A tabela a seguir serve de legenda para melhor compreensão e clareza dos resultados vigentes:

**Tabela 1 – Legenda das Manifestações Patológicas**

COR	TIPO DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA
	Corrosão (Vermelho)
	Carbonatação (Verde)
	Manchas e Bolor (Azul)
	Deslocamento de revestimento (Marrom)
	Trincas e fissuras (Amarelo)
	Exposição de armadura (Rosa)

Foram encontrados seis tipos de patologias, legendadas na tabela 1. A cor vermelha identifica a corrosão da armadura, verde a carbonatação do concreto, azul as manchas e bolor, marrom os deslocamentos, amarelo trincas e fissuras e a rosa a exposição de elementos estruturais, como as armaduras.

A seguir são detalhados os tipos de patologias encontradas, as causas e o reparo mais viável para situação em estudo, por seguinte são mostrados os registros fotográficos.

### **Manchas e Bolores no Revestimento da estrutura**

Como ilustrado nas imagens, as manchas e bolors apresentam-se praticamente em toda a estrutura e apresentam como principal fonte geradora a exposição a umidade do local e infiltrações que se agravaram devido as trincas e fissuras da estrutura.

Por se tratar de uma ponte localizada acima de um rio, o contato direto de parte de sua estrutura com a água é inevitável, principalmente quando o nível do manancial se eleva devido a ação das chuvas no local. Por isso, é de suma importância que haja a preocupação com a impermeabilização dessas partes em questão. Para esse caso recomenda-se realizá-la por completo e com perfeição para a não ocorrência de problemas futuros. A presença do rio também dificultou o registro fotográfico devido a água não apresentar características confiáveis para adentrá-la, portanto não foi possível fazer o registro fotográfico detalhado da parte inferior das lajes da ponte.

### **Deslocamento de Revestimento**

O revestimento externo da estrutura apresentou-se bastante comprometido. Isso se deve ao fato da exposição contínua da estrutura às intempéries do local, tendo como principais agentes o vento e a chuva. A figura 5 ilustra com clareza o problema em questão, dando enfoque as partes de apoio da laje da ponte, que sofrem devido a variação do nível do rio.

A intervenção mais apropriada para o caso é retirar as partes mais comprometidas (as “cascas” formadas pelo concreto danificado) e aplicar uma nova camada de revestimento com o cuidado de garantir a impermeabilização da nova camada com uso de aditivos ou até mesmo impermeabilizantes externos.

### **Trincas, Fissuras e Rachaduras**

Os conceitos desses termos podem entrar em conflito devido a sua semelhança. As fissuras e trincas diferenciam-se apenas em suas dimensões: trincas com aberturas maiores que 0,5mm. Já as rachaduras apresentam uma abertura mais acentuada, apresentando dimensões superiores a 1,0mm, podendo até mesmo gerar fendas que podem se estender até o outro lado da estrutura.

### **Corrosão**

A corrosão da armadura presente na estrutura da ponte derivou do processo de deterioração do concreto, causado pelo ambiente, no qual a ponte se encontra, rico em sulfato. Com o desgaste do concreto o elemento de aço, antes aderentes ao concreto, torna-se visível, e em contato com o ambiente desgasta e perde toda função estrutural. Esse fato aparece nos terminais da ponte, ou seja, nas extremidades, e causam insegurança as pessoas que pela ponte passam.

A proposta de reparo é o detalhamento da perda estrutural da ponte, devido a corrosão dessa parcela de armadura e em seguida o reforço da mesma nas áreas de riscos.

### **Carbonatação**

O principal evento que origina a carbonatação do concreto é o ambiente rico em sulfeto, já que o rio que passa sob a ponte possui alteração biológica por não conter cuidados ambientais. Esse fato contribui para a degradação do concreto e origem do problema patológico discutido.

A proposta de reparo para um curto prazo é a recobertura da parte carbonatada, já em para um longo prazo pode ser feito a reconstrução do ambiente original, o que poderia evitar gastos com reparos e manutenções.

### **Exposição da armadura**

Esse tipo de lesão patológica ocorre posterior a degradação do concreto, que pode ser em detrimento do processo de carbonatação ou outros eventos e é princípio para o evento de corrosão da armadura, consequentemente os procedimentos de reparo e procedimentos de reestruturação são iguais.



**Figura 1 – Manifestações Patológicas na Lateral da Estrutura**  
**Fonte: Autores (2018)**



**Figura 2 – Manifestações Patológicas da Estrutura vista lateral-superior (canto esquerdo)**  
**Fonte: Autores (2018)**



**Figura 3 – Vista Frontal da Estrutura**  
**Fonte: Autores (2018)**



**Figura 4 – Armadura exposta. Fonte: Autores (2018)**



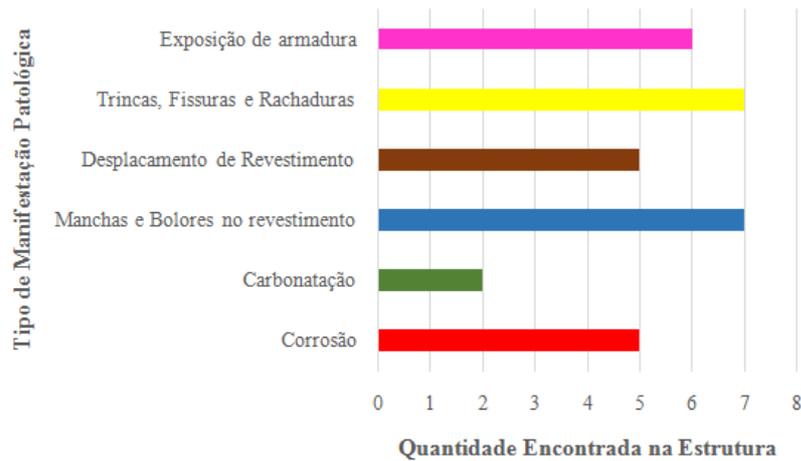
**Figura 5 – Presença de ambiente com grau considerável de sulfetos. Fonte: Autores (2018)**



**Figura 5 – camada superior do pavimento deteriorada. Fonte: Autores (2018)**

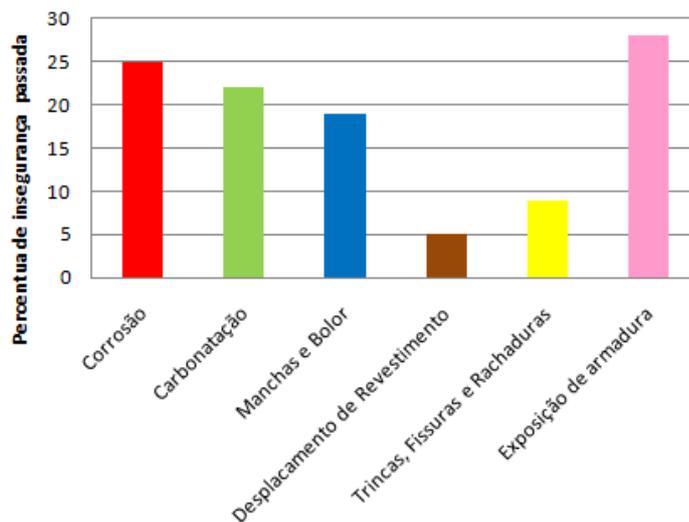
A partir da quantificação de cada manifestação patológica encontrada na estrutura foi possível analisar qual delas se apresenta em maior quantidade de aparições, que de acordo com o Gráfico 01, tanto as manchas e bolores no revestimento quanto a presença das trincas, fissuras e rachaduras se destacaram. Porém, quando se leva em consideração a área afetada, a patologia de deslocamento de revestimento apresentam valores equivalente as manchas encontradas na ponte.

**Gráfico 1 – Quantificação das Manifestações Patológicas Encontradas na Estrutura**



A representação gráfica a seguir apresenta o grau de insegurança na estabilidade da estrutura em análise para cada patologia, o eixo das abscissas diz respeito ao tipo de acidente patológico, já o eixo das ordenadas o percentual de risco que se encontra a estrutura deteriorada. O gráfico foi feito tomando como base as fotografias, a insegurança passada visualmente e por meio da discussão durante a visita. A margem percentual de 0 à 20% representa um grau de pequena insegurança, de 21 à 60% médio e 61 à 100% alto, esses intervalos foram elaborados pelo autor após a visita.

**Tabela 2 – Percentual de periculosidade da estrutura X manifestação patológica**



Ao fim, pode-se concluir que o índice de exposição de armadura apresenta-se em maior quantidade na estrutura (Gráfico 01) em estudo, além disso, também é apresentada como o tipo de acidente patológico que passa maior insegurança para quem visita a ponte. Trincas, rachaduras, fissuras e deslocamentos também são responsáveis por causa a periculosidade do ambiente.

Em geral as manifestações patológicas apresentadas tiveram uma causa específica, no entanto no caso estudados foi constatado o seu agravamento devido à ausência de um cronograma de manutenção preventiva e restauradora. A falta de uma manutenção adequada é preocupante, já que por sua vez, eleva os custos dos serviços necessários com o passar do tempo, dificultando ainda mais a realização de reformas, como também o comprometimento, o conforto e a segurança da população.

## Referências

- M. A. F. Farrapo. Análise das manifestações patológicas apresentadas na ponte sobre o rio Acaraú, Sobral - CE. In: Congresso internacional sobre patologia e recuperação de Estrutura, 9., 2013, Joao Pessoa. **Anais....** Joao Pessoa: Cinpar, 2013. p. 2 - 8.
- T. Andrade, A. J. C. Silva. Tópicos sobre a durabilidade do concreto. In: ISAIA, Geraldo C. (Ed). **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. Vol. 1. São Paulo: IBRACON; 2005. Cap. 25, p. 753 – 792
- A.G. Diógenes. Manifestações Patológicas em Pontes da Cidade de Sobral-CE. In: Congresso internacional sobre patologia e recuperação de estrutura, 10., 2014, Santiago de Chile. **Anais... .** Santiago de Chile: Cinpar, 2014. p. 2 - 9.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118/2014 –Projeto de Estruturas de Concreto-Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- D. S. Souto. Manifestações patológicas em pontes de concreto armado. **Especialize**, Porto Alegre, v. 1, n. 10, p.22-37, dez. 2015.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>> Acesso em: 25 de janeiro de 2018.