**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS VERIFICADAS NO CANAL DE BODOCONGÓ EM CAMPINA GRANDE – PB**

FRANKSLALE FABIAN DINIZ DE ANDRADE MEIRA1, ITHALO ANDERSON FERREIRA DA SILVA2

1Dr. em Engenharia Civil, Prof. Titular, IFPB, Campus Campina Grande-PB, frankslale.meira@ifpb.edu.br

2Graduado, IFPB, Campina Grande-PB, ithaloanderson20@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC

08 a 11 de agosto de 2023

**RESUMO**: O presente trabalho tem como objetivo apresentar de maneira geral os resultados obtidos do estudo das principais patologias encontradas no sistema de drenagem pluvial urbana do canal de Bodocongó da cidade de Campina Grande – PB e associar as causas mais comuns dessas ocorrências patológicas encontradas nas estruturas de concreto armado do canal, atrelado a isso foi realizada também uma coleta de água do canal para análise da composição e avaliar possíveis problemas ao concreto e propor uma solução de recuperação. Através do estudo realizado, pôde-se constatar que, as manifestações patológicas identificadas no sistema de drenagem urbana do canal de Bodocongó da cidade de Campina Grande – PB, se encontram em estado bem avançado, foram identificadas manifestações patológicas na estrutura como corrosão das armaduras de concreto armado com cerca de 29% de incidência, o desplacamento com cerca de 21%, as fissuras, trincas e rachaduras com 18%, a oxidação com cerca de 17%, as Reações álcali-Agregado com cerca de 10%, e outros tipos com apenas 5%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologias; Concreto armado; Ensaio de esclerometria; Drenagem Urbana

**ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS**

**VERIFIED IN THE BODOCONGÓ CHANNEL IN CAMPINA GRANDE – PB**

**ABSTRACT**: The present work aims to present in general the results obtained from the study of the main pathologies found in the urban rainwater drainage system of the Bodocongó channel in the city of Campina Grande - PB and to associate the most common causes of these pathological occurrences found in concrete structures channel, linked to this, a collection of water from the channel was also carried out to analyze the composition and evaluate possible problems with the concrete and propose a recovery solution. Through the study carried out it can be seen that the pathological manifestations identified in the urban drainage system of the Bodocongó channel in the city of Campina Grande - PB, is in a very advanced state, pathological manifestations were identified in the structure such as corrosion of reinforced concrete reinforcement with about 29% incidence, chipping with about 21%, fissures, fissures and fissures with 18%, oxidation with about 17%, alkali-aggregate reactions with about 10% and other types with only 5%.

**KEYWORDS:** Pathologies; Reinforced concrete; Sclerometry test; Urban Drainage

**INTRODUÇÃO**

Embora o uso do concreto pelos Egípcios e Romanos sejam de milênios de anos, foi somente no final do século XIX que surgiu o concreto armado como hoje o conhecemos. As estruturas de concreto são encontradas em variados usos e propósitos, um exemplo disso são apresentadas nos centros urbanos modernos, nos sistemas de drenagem de águas pluviais e canalizações de cursos d’água.

Devido à agressividade do meio onde estão inseridas, com presença de água e esgoto, assim como a própria finalidade destes dispositivos, as estruturas de concreto das galerias e canalizações sofrem deterioração ao longo do tempo, devido à ação física e química das águas a que estão destinadas a conduzir, que carreiam partículas sólidas. Frequentemente as águas desses canais levam grandes objetos e são contaminadas por esgoto e outros efluentes lançados indevidamente na drenagem pluvial, além de danos estruturais de diversas causas, bem como defeitos congênitos das estruturas e a falta de manutenção (GUABIROBA, 2012).

Sabe-se que, toda edificação está sujeita a defeitos decorrentes de falhas humanas, agentes externos naturais ou desgaste, isso significa que ela tem um prazo de durabilidade ou uma “vida útil” assim denominada, e com o surgimento dessas falhas poderão surgir o que é chamado de manifestações patológicas.

De acordo com os autores Bolina, Tutikian e Helene (2019, p. 8) a patologia estrutural é a ciência que estuda os defeitos que ocorrem sistematicamente em materiais construtivos, componentes e elementos ou na edificação como um todo, buscando encontrar as causas de sua ocorrência e compreender o mecanismo de deflagração e de evolução do processo patológico, além das suas formas de manifestação.

**MATERIAL E MÉTODOS**

O canal de Bodocongó ou riacho como também é conhecido tem suas nascentes localizada no sítio Lagoa de Dentro dos Galdino, no município de montadas, a uns 5km a sudoeste da Lagoa Salgada, apresenta uma extensão de aproximadamente 75,5km. Pela sua localização provavelmente era perene, ou seja, contínuo em tempos pré-históricos, no entanto, com a devastação gradativa de sua mata ciliar e com exploração agropecuária de suas encostas no processo de colonização da região, que vinha aumentado muito na época suas nascentes se extinguiram e o regime passou a ser intermitente segundo (BRITO, 2019).

De acordo com Ferreira (2016), o município de Campina Grande- PB pertence ao domínio da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, na qual um dos seus afluentes é o próprio riacho Bodocongó, onde encontra-se o açude. É possível encontrar o açude de Bodocongó que fica localizado em um dos bairros mais populoso da cidade que também deu o nome ao açude.

O sistema de esgotamento sanitário de Campina Grande estende-se por três bacias, sendo duas bacias que contribuem para a estação de tratamento do bairro da Catingueira - a bacia Depuradora e a bacia Bodocongó - e uma bacia que contribui para a estação de tratamento do bairro Glória – bacia Glória. É constituído de dois interceptores principais (Interceptor da Depuradora - Leste e Interceptor de Bodocongó - Oeste), um emissário (Emissário da Catingueira), duas Estações de Tratamento de Esgoto (bairro Catingueira e bairro Glória) e cinco elevatórias LIMA (2013 *apud* FERREIRA, 2016, p. 34).

A cidade de Campina Grande tem mostrado um elevado nível no processo de urbanização nos últimos anos, novas áreas foram ocupadas contribuindo com o aumento do escoamento superficial, provocado pelas obras de pavimentação, que impermeabilizam o solo atrelado aos diversos tipos construções. Devido a essas ações, a cidade tem apresentado sérios problemas nos períodos de chuva, gerados pelo grande acúmulo do volume de água escoada superficialmente. A falta de investimentos do poder público na expansão dos sistemas de drenagem urbana e as falhas dos sistemas que se encontram implantados também contribuem para o fenômeno de inundação das bacias urbanas.

Para isso, o trabalho irá utilizar todos os conceitos obtidos e abordados na revisão bibliográfica, será utilizada de maneira geral, a metodologia para resolução de problemas encontrados no canal de Bodocongó na Cidade de Campina Grande, e para isso, será proposta três etapas, cuja ordem deve ser obedecida e que podem ser adaptada para cada caso específico, visando a resolução dos problemas patológicos: primeiro levantamento das manifestações, com vistoria ao local, em seguida estudo da resistência das paredes do canal com o equipamento esclerômetro, e pôr fim a coleta de água para análise e que vai contribuir para elaboração de um quadro geral da situação. E com isso, procurar associar as causas mais comuns das ocorrências das manifestações patológicas nas estruturas concreto armado e propor uma solução de regularização.

Figura 1 - Localização das áreas do teste de esclerometria e coleta de água



Fonte: Autores

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

- **Levantamento das manifestações patológicas**: com o levantamento dos dados obtidos nas áreas estudadas do canal de Bodocongó na cidade de Campina Grande - PB, foi possível identificar as patologias existentes nos locais como, corrosão das armaduras de concreto armado, oxidação, fissuras, desplacamento, concreto desgastado e segregado, e reação álcali-agregado. Tomando como base esses pontos, foi possível criar um gráfico para destacar o nível de incidências dessas patologias e assim poder identificar a percentagem desses problemas encontrados, levando em consideração a análise feita in loco (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Incidência das manifestações patológicas encontradas

- **Estudo da resistência das paredes do canal**: o ensaio forneceu dados referentes a dureza superficial do concreto, além disso, todo o ensaio executado foi normatizado pela ABNT NBR 7584 (2012), e como se trata de um ensaio não-destrutivo, não proporcionou danos nenhum à estrutura. Para a realização do ensaio de esclerometria, foram então escolhidas 6 áreas do decorrer do canal com a utilização de um gabarito com uma malha de 3x3 totalizando 9 pontos com distância de 30 mm entre cada ponto da malha, onde se obteve o Índice Esclerométricos (I.E).

Com os pontos já coletados e analisados conforme mostrado no Gráfico 1, foi possível realizar o (I.E) Médio, e então verificar e desprezar os valores discrepantes que estavam fora da tolerância dos ± 10 % dos pontos individuas levando em consideração a média aritmética de acordo com a norma. Com os, valores individuais desprezados foi possível realizar um novo I.E médio corrigido e então encontrar um novo valor de tolerâncias de ± 10 %.

Quadro1 – Resultados dos testes

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  **---------------** | **Área 1** | **Área 2** | **Área 4** | **Área 5** | **Área 6**  |
| **I.E Médio** | 22,33 | 34,44 | 39,56 | 30,89 | 28,22 |
| **Valor discrepante ± 10 %** | 24,57 - 20,10 | 37,89 - 31,00 | 43,51 - 35,60 | 33,98 - 27,80 | 31,04 - 25,40 |
| **I.E Médio corrigido** | 22,43 | 33,50 | 40,25 | 30,00 | 27,83 |
| **Valor discrepante** **± 10 % corrigido** | 24,67 - 20,19 | 36,85 - 30,15 | 44,28 - 36,23 | 33,00 - 27,00 | 30,62 - 25,05 |
| **PSI** | 1800 | 4400 | 5400 | 3500 | 3000 |
| **kgf/cm²** | 126,56 | 309,36 | 379,67 | 246,09 | 210,93 |
| **MPa** | 12,42 | 30,35 | 37,25 | 24,14 | 20,69 |

Com isso, foi utilizado o ábaco do esclerômetro realizando uma correlação entre os eixos das abcissas onde se encontra o (I.E.) e os eixos das ordenadas se encontra a unidade em PSI ou libra-força, depois foi realizado a conversão de PSI para kgf/cm² e depois converter esse resultado para encontra o a resistência em MPa.

Com a realização dos testes foi possível concluir que, a presença das manifestações patológicas em vários pontos do canal representa um grande risco para a estrutura principalmente em pontos específicos como visto na área 1 com 12,42 MPa na área 5 com 24,14 MPa na área 6 com 20,69 Mpa, já na área 3 não foi possível obter o (I.E) individuais devido a sua baixa resistência, já a área 2 e área 4 apresentaram resultados bem favoráveis com resistência acima de 30 MPa, outro fator interessante é que ambas as área ficavam do lado direito do canal diferente das outras, o que pode-se concluir é que foram realizados em etapas diferentes e com melhores traços.

- **Coleta de Água para Análise (Análise físico-química)**: Foram realizadas três coletas com amostras da água do canal de Bodocongó, a fim de determinarmos as patologias ocasionadas pela qualidade da água, com intuito de termos uma maior representatividade dos resultados. Para caracterizar a qualidade da água, são determinados a medição de diversos parâmetros sejam eles parâmetros químicos ou biológicos que devem ser medidos em laboratórios enquanto, paramentos físicos podem ser medidos no campo pois podem ser medidos com maior facilidade.

Após interpretação dos valores apresentados nas análises, foi verificado uma qualidade considerável presente do íon cloreto. De acordo com Dias (2018) o ataque por cloretos pode ocasionar sérios danos à armadura devido à corrosão, ainda de acordo com DIAS (2018), os cloretos penetram no concreto, de maneira geral, por meio de dois mecanismos de transporte: absorção capilar (para camadas superficiais) e difusão iônica (para camadas mais internas com a presença de um eletrólito). Após a contaminação do concreto com cloretos forma-se um tipo de sal (cloro aluminato de cálcio ou Sal de Friedel), alguns ficam adsorvidos nos poros, porém ainda constam íons livres de cloro, os grandes responsáveis pela corrosão das armaduras.

A ação de íons cloretos (Cl-) nas estruturas de concreto além de severo provoca a despassivação do aço muito mais rápida, bem como a corrosão localizada, com surgimento de trincas e desplacamento do concreto (AXFIBER, 2017).

Os tipos de ataque são definidos conforme o tipo de agente que penetra no concreto. Se existir a entrada de íons cloreto, a corrosão ocorrerá em pontos específicos. Já a carbonatação irá despassivar a armadura de forma generalizada, degradando a barra em toda a extensão da camada de concreto carbonatada.

**CONCLUSÃO**

 A recuperação é um fator de fundamental importância no tratamento das patologias encontradas no Canal de Bodocongó – PB, atrelado a isso, a prevenção através da inclusão de planos de inspeção, criação de normas, manutenção efetiva e uma boa escolha de materiais para recuperação são técnicas que contribuem para combater ou minimizar a degradação dessas estruturas, assegurando cada vez mais a vida útil.

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT)NBR 7584. **Concreto endurecido — Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio**, 2012. Disponível em: file:///C:/Users/ithaa/Downloads/nbr-7584-2013-concreto-endurecido-avaliaao-da-dureza-superficial-pelo-esclerometro-de-reflexao-metodo-de-ensaiopdf\_compress.pdf. Acesso em: 3 Setembro 2022.

AXFIBER. axfiber. **Ataque em estruturas de concreto por ação de cloretos**, 2017. Disponível em: https://www.axfiber.com.br/single-post/2017/01/12/ataque-em-estruturas-de-concreto-por-a%C3%A7%C3%A3o-de-cloretos#:~:text=A%20a%C3%A7%C3%A3o%20de%20%C3%ADons%20cloretos,trincas%20e%20desplacamento%20do%20concreto. Acesso em: 26 Maio 2022.

BOLINA, Fabricio ; TUTIKIAN, Bernardo ; HELENE, Paulo R. D. L. **Patologia de Estruturas**. 1ª. ed. São Paulo: Oficuna de Textos, 2019. Acesso em: 28 Junho 2022.

BRITO, Vanderley D. Sobre o Riacho de Bodocongó. **paraibaonline**, 2019. Disponível em: https://paraibaonline.com.br/colunistas/sobre-o-riacho-de-bodocongo/. Acesso em: 10 fevereiro 2022.

DIAS, Nayara G. **Avaliação da Deterioração das Estruturas de Concreto de Estações de Tratamento de Esgoto**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 205. 2018.

FERREIRA, Arthur D. S. **Situação Ambiental de um Riacho Canalizado em Campina Grande - PB**. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, p. 57. 2016.

GUABIROBA, Rodrigo T. Patologias em canais de drenagem em concreto. **Repositorio**, Outubro 2012. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A3FBE/1/monografia\_rodrigo\_tavares\_guabiroba.pdf. Acesso em: 30 Janeiro 2022.