CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.341
ISBN 978-65-86819-05-2

AVALIAÇÃO DE MANISFESTAÇÕES PATOLÓGICAS COM USO DE DRONE

ARAÚJO, WELTON
Graduando
Instituto Federal da Paraíba
Paraíba; Brasil
wweltonnjose@gmail.com

SOUZA, HYGOR
Graduando
Instituto Federal da Paraíba
Paraíba; Brasil
hygor2076@gmail.com

G. N. S. GOMES
Graduando
Instituto Federal da Paraíba
Paraíba; Brasil
nataliciogomes20@gmail.com

RIBEIRO, IRACIRA
Professora
Instituto Federal da Paraíba
Paraíba; Brasil
iracira@hotmail.com

LUCENA, ADRI
Professor
Instituto Federal da Paraíba
Paraíba; Brasil
adri.lucena@ifpb.edu.br

RESUMO

A água que é distribuída para abastecimento de uma cidade fica armazenada em reservatórios em elevação, normalmente construídos de concreto armado. Essas estruturas geralmente apresentam falhas decorrentes da falta de manutenção. Não é diferente o que acontece com o reservatório elevado na cidade da Prata-PB, que encontra-se com graves problemas patológicos em suas estruturas, destacando-se os pilares e laje superior. Portanto, este trabalho tem o objetivo de fazer um levantamento das manifestações patológicas do reservatório localizado na rua 7 de Janeiro-Centro-Prata-PB. A metodologia adotada consiste na análise de fotos tiradas com o auxilio de um drone do modelo Phantom 3 e em pesquisas bibliográficas para o entendimento dos problemas mais frequentes em reservatórios de água executado em concreto armado. Foi realizada uma vistoria no dia 11 de Setembro de 2019 e os resultados mostraram que a laje superior apresenta fissuramento e deterioração do concreto, como também corrosão das armaduras expostas. Com base nos resultados, conclui-se que o reservatório apresenta riscos de desmoronamento da laje superior devido a deterioração do concreto e de sua armadura, exigindo de manutenção corretiva urgente para as manifestações patológicas ali encontradas. A proposta é notificar a empresa responsável pelo reservatório para que a sua manutenção seja realizada.

Palavras-chave: Reservatório, Patologia, Drone, Prata-PB.

ABSTRACT

Water that is distributed for a city's supply is stored in lifting reservoirs usually made of reinforced concrete. These structures usually present failures due to the lack of maintenance. It is no different what happens with the elevated reservoir in the city of Prata-PB, which has serious pathological problems in its structures, especially in the pillars and upper slab. Therefore, this work aims to study the pathological manifestations of the reservoir located on 7 Janeiro-Centro-Prata-PB street. The methodology adopted consists in the analysis of photos taken with the help of a Phantom 3 model drone and bibliographic research to understand the most frequent problems in water reservoirs executed in reinforced concrete. A survey was carried out on September 11, 2019 and the results showed that the upper slab presents cracking and deterioration of concrete, as well as corrosion of exposed reinforcements. Based on the results, it is concluded that the reservoir presents risks of collapse of the upper slab due to the deterioration of the concrete and its reinforcement, requiring urgent corrective maintenance for the pathological manifestations found there. The proposal is to notify the company responsible for the reservoir so that its maintenance is carried out.

Keywords: Reservoir, Pathology, Drone, Prata-PB

ISBN 978-65-86819-05-2

1. INTRODUÇÃO

Nos reservatórios estruturados de concreto armado, entre as manifestações patológicas mais incidentes, estão presentes a corrosão de armadura, perda de estabilidade estrutural verificada a partir de movimentos dinâmicos, fissuras e trincas em qualquer parte, como na laje de cobertura ou de fundo, infiltração que são frequentes e deterioração do concreto por carbonatação ou presença de cloreto, entre outras substâncias (BORGES, 2008).

Nos dias de hoje, em função de diversos fatores, o estudo das manifestações patológicas da construção civil vem se intensificando, isto se deve ao fato de que até pouco tempo pensava-se que as estruturas de concreto durariam infinitamente, porém estudos já comprovaram que isto não é verídico (MATTJE, 2003).

Uma das principais manifestações patológicas que ocorrem nas edificações são as fissuras, podem ocorrer em diversas situações como sobrecargas nas estruturas, recalque de fundações, ou até mesmo por choques mecânicos. Quando acontece esse tipo de problema patológico é necessário que se faça o monitoramento e a medição dessas fissuras para saber se elas são ativas, para isso é utilizado um equipamento chamado de fissurômetro, com ele é possível saber a abertura e a profundidade do fissuramento. Pode ser utilizado também fitas adesivas nas aberturas, pois se for uma fissura ativa as fitas romperão. Precisa-se saber a origem do problema para propor uma solução adequada evitando o retrabalho.

De acordo com a NBR 9575 (2010) são consideradas fissuras toda abertura inferior a 0,5 mm, já as trincas contêm aberturas entre 0,5 e 1,0 mm. Bissa (2008), ressalta que as estruturas fissuradas são pontos preferenciais para a entrada de água contaminada por cloretos e que pode instalar um processo corrosivo na armadura. É da natureza do concreto apresentar fissuras por possuir baixa resistência a tração, que dependerá sempre da sua origem, intensidade, e magnitude apresentada.

A umidade é um problema patológico que promove grande desconforto e degrada na maioria das vezes a construção sobre o qual incide rapidamente. Esse fato deve-se ao comum desenvolvimento de outros tipos de manifestações patológicas atreladas a ocorrência da mesma (BORGES, 2008). A umidade pode lixiviar os sais e formar manchas de eflorescências e carbonatação.

Martim e Jâcome (2005), afirmam que para ciência das edificações, o termo eflorescência significa a formação de depósitos salinos na superfície de alvenaria como resultado da exposição a intempéries. O fenômeno pode ocorrer em qualquer elemento da edificação. Normalmente ela é considerada como um dano por alterar a aparência do elemento onde se deposita, assim como causar degradação profunda no caso dos sais constituintes serem bastantes agressivos.

A carbonatação é um tipo de mancha ocasionada pelo gás carbônico (CO_2), proveniente de um processo de hidratação do óxido presente em todo cimento. Segundo Lima (1995), a carbonatação ocorre em todas as superfícies de concreto com cimento Portland, o dióxido de carbono no ar ou na água, reage com as substâncias da pasta de cimento endurecido, para formar carbonatos, sendo o principal o carbonato de cálcio.

A infiltração de água é um dos principais problemas ocorrentes em reservatórios, podendo trazer consequências desastrosas como a corrosão do aço no concreto armado. Segundo Perez (1998), ao se instalar na estrutura a água pode servir de meios para substâncias como sais maléficos ao concreto armado e promover esse tipo de deterioração.

Os reservatórios elevados de concreto armado são estruturas utilizadas para o armazenamento e abastecimento de água de uma cidade. A NBR 12217 (1994), afirma que os reservatórios elevados tem como função principal condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório principal. Os reservatórios elevados devido ao seu grande tamanho e a quantidade de água comportada, exercem uma grande pressão na distribuição de água, ou seja, a pressão é diretamente proporcional a coluna de água, quanto maior esta coluna maior será a pressão exercida nas tubulações, não havendo a necessidade de bombas hidráulicas para abastacimento, podendo ser distruída apenas por gravidade. Os tipos mais comuns de reservatórios executados em concreto armado são os reservatórios semi-enterrados, enterrados, elevados e *stand pipe*, podendo ser de jusante, quando possui apenas uma tubulação para entrada e saída de água, ou de montante, quando possui duas tubulações, uma superior para entrada de água e a outra inferior para a saída.

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017 (RBAC-E nº 94/2017) da ANAC é complementar às normas de operação de drones estabelecidas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL). Pelo regulamento da ANAC, aeromodelos são as aeronaves não tripuladas, remotamente pilotadas, usadas para recreação e lazer. Apesar dos avanços com a utilização dos VANTs na engenharia civil, apresentando caráter inovador como uma tecnologia emergente, mas que carece de estudos sistemáticos sobre as suas possíveis aplicações e benefícios, em especial para inspeção de segurança em obra. O foco em segurança de canteiro decorre do fato de suas atividades serem críticas na obra e que muitas tarefas relacionadas às mesmas necessitam de uma visão mais ampla ou estão situadas em locais de difícil acesso às pessoas, que podem, por sua vez, serem alcançados pelos VANTs. (LISBOA *et al.*, 2018).

Este trabalho tem o objetivo de fazer o levantamento das principais manifestações patológicas incidentes no reservatório de água executado em concreto armado na cidade de Prata-PB, buscando identificar suas possíveis causas e

ISBN 978-65-86819-05-2

notifica-las a empresa responsável, no caso a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), para que a mesma tome as devidas providências necessárias para sanar os problemas patológicos encontrados no reservatório elevado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O reservatório analisado nesta pesquisa é do tipo elevado e tem sua rede de distribuição a montante, localizado na rua 7 de Janeiro, centro da cidade da Prata-PB, pertence a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), que abastece uma população de pouco mais de 4000 habitantes. Teve sua construção iniciada no ano de 1980 e sendo inaugurada no ano seguinte em 1981, sua capacidade é equivalente a 110m³ de água com uma altura total de 15 metros.

No dia 11 de Setembro de 2019, foi feita uma vistoria no local onde encontra-se o reservatório elevado de concreto armado, foi utilizado um veículo aéreo não tripulado (VANT) do modelo Phantom 3 Profissional. O mesmo fotografou toda a estrutura do reservatório, visando a análise dessas fotos para a identificação das manifestações patológicas e os motivos dos problemas presentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O uso de VANT (Veículo aéreo não tripulado), para a captura das fotografias, mostrou-se um instrumento muito eficaz no monitoramento e mapeamento das manifestações patológicas. Os VANTs ainda são poucos empregados na área da construção civil, mesmo sendo uma ferramenta bem útil, de fácil manuseio e com excelente precisão nas fotografias. Além disso, podem transitar em áreas de difícil acesso como é o caso do reservatório analisado, pois sua estrutura apresenta-se muito danificada, o que pode trazer riscos para aqueles que forem fazer a inspeção de forma tradicional, mas também para as pessoas que habitam ali perto.

São muitas as vantagens do uso dessa tecnologia na engenharia civil, com ela foi possível inspecionar o reservatório de concreto armado em diversos ângulos, de forma fácil, rápida e com fotografias em ótima qualidade, o que auxiliou na identificação das principais manifestações patológicas ali presentes, deixando claro o péssimo estado de conservação do reservatório e que a muito tempo não é feita nenhuma manutenção. Não foi possível ter acesso ao projeto do reservatório elevado, mais por meio de conversas informais com o funcionário responsável da CAGEPA, foi dito que a muito tempo atrás, a laje superior do reservatório desmoronou devido a enorme quantidade de fissuras e a armadura rompida pela corrosão.

No estado atual suas estruturas encontram-se muito deterioradas, sendo os pilares e a laje superior as partes com maior ocorrência de manifestações patológicas. Entre elas pode-se destacar fissuramento, deterioração do concreto e das armaduras expostas em processo de corrosão, necessitando urgentemente de manutenção corretiva.

Com os resultados obtidos nas fotografias, algumas das causas dessas manifestações patológicas foram identificadas todavia é necessário que se faça alguns ensaios destrutivos para obter resultados mais eficazes, porém a empresa responsável pelo reservatório da cidade Prata-PB já foi notificada sobre o seu atual estado de conservação, para que possa tomar todas as medidas cabíveis.

A Figura 1 mostra a vista superior do reservatório elevado de concreto armado, nela destaca-se a laje superior que apresenta deterioração de parte do concreto, devido a isso, parte de sua cobertura desmoronou deixando a armadura totalmente exposta e desprotegida contra as ações corrosivas.. Além disso nota-se manchas em toda a superfície da laje superior provavelmente ocasionadas pelo processo oxidante sofrido pelo aço e a carbonatação do concreto. Devido a falta de manutenção o reservatório encontra-se com diversas manifestações patológicas o que pode comprometer a vida útil da peça, correndo riscos de desmoronamento caso nenhuma medida seja tomada em relação aos problemas existentes.

ISBN 978-65-86819-05-2

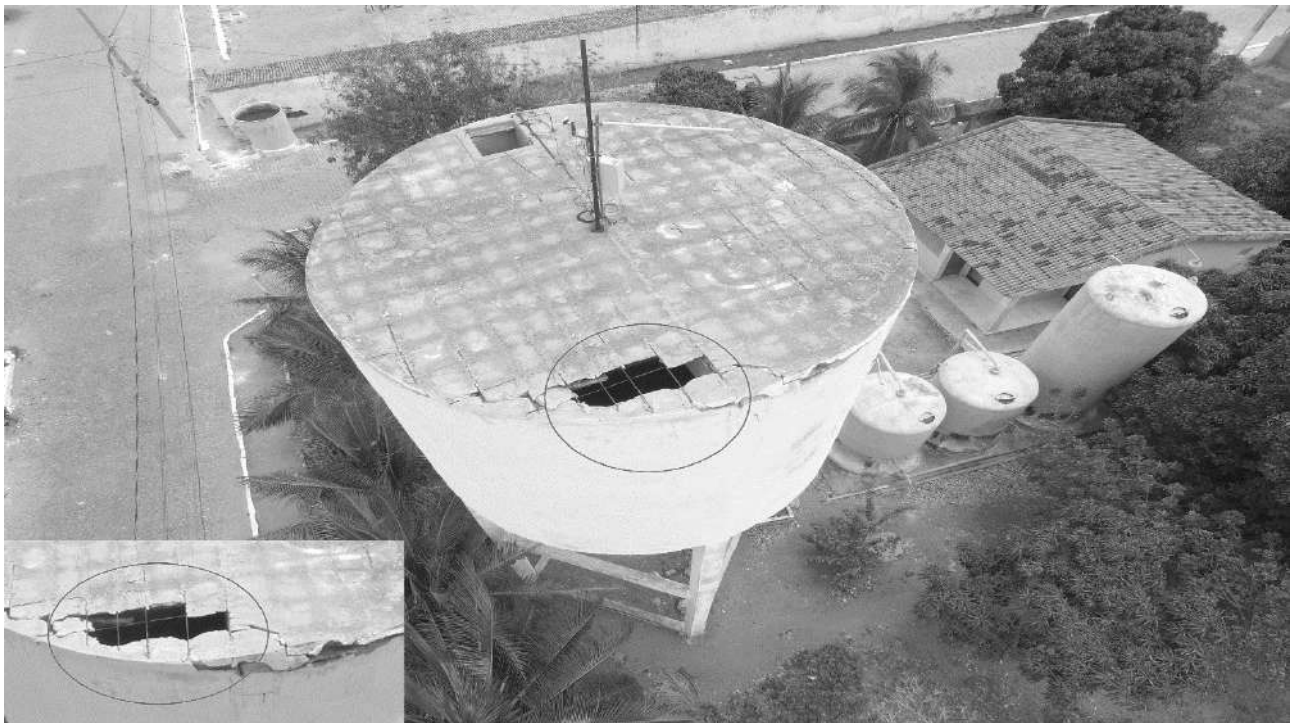

Figura 1: Vista superior do reservatório elevado localizado na cidade da Prata-PB

A Figura 2 mostra o reservatório numa visão aproximada, nela verifica-se a existência de fissuramento em quase toda a laje, e a parte da mesma que desmoronou deixando a armadura descoberta e vulnerável aos agentes corrosivos. Com a oxidação da armadura, o aço expande dentro do concreto, ocorrendo fissuramento ou até mesmo a deterioração total do cobrimento. Devido a oxidação o lado sul da laje superior recalcou provoncando rachaduras na lateral da caixa.

A recomendação para solucionar o problema é remover toda a laje e construir uma nova e fazer uma inspeção na parte interna da caixa.



Figura 2: Vista lateral sul do reservatório.

ISBN 978-65-86819-05-2

A figura 3 mostra o pilar do lado leste do reservatório. O mesmo encontra-se com trincas longitudinais ocasionadas devido a oxidação da armadura. Nesse processo, ocorre a despassivação do aço que expande-se e fissura o concreto. A corrosão pode também ser observada nas tubulçoes metálicas próximas ao pilar. Além disso também foram observadas manchas de umidade que podem ocasionar eflorescências, devido ao excesso de sais e infiltração de água.

A recomendação para solucionar o problema é remover o concreto do recobrimento e verificar se toda a armadura está comprometida para ser substituída e, em seguida receber um reforço com graute. As partes metálicas que estão com pouca corrosão devem ser escovadas e receber pintura anticorrosiva. Antes de qualquer intervenção a estrutura deve ser escorada.



Figura 3: Pilar sentido leste do reservatório

ISBN 978-65-86819-05-2

Embora seja uma ferramenta muito eficaz, os drones também podem encontrar algumas dificuldades em determinadas áreas como a laje inferior que não foi possível fotografa-la, a figura 4 mostra o reservatório elevado, observando-se a deterioração do concreto na parte superior do pilar e da laje inferior.



Figura 4: Reservatório elevado da cidade da Prata-PB

3 CONCLUSÃO

O uso de VANT (Veículo aéreo não tripulado) mostrou-se um instrumento muito eficaz e preciso no monitoramento do reservatório, pois foi muito rápido para vistoriar uma laje a 15,0 m de altura.

Foi possível identificar diversas manifestações patológicas no reservatório que podem gerar problemas futuros no abastecimento, visto que é usado para servir a população.

Os maiores problemas encontrados, foram fissuras, trincas, corrosão na armadura e na tubulação metálica, infiltrações e manchas de umidade que ocasionam também eflorescências, contribuindo para aumentar a velocidade da degradação da estrutura.

A recomendação para a solução deste problema é fazer o reforço estrutural do reservatório e remover as armaduras corroídas, concretar todos os locais em que as armaduras estão expostas, corrigir as trincas e fissuras para impermeabilizar todo o reservatório de modo que as armaduras não fiquem suscetíveis ao processo de oxidação por meio da umidade.

Desse modo, medidas são necessárias para prevenir os problemas como a especificação correta do cobrimento da armadura, controlar a utilização de materiais e mão de obra durante a execução, a realização da impermeabilização da laje de forma correta. Assim é possível proporcionar maior durabilidade e desempenho, para que não comprometa a deterioração do reservatório.

ISBN 978-65-86819-05-2

4 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC-E n. 94/2017**. Drones. Brasília, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12217/1994**. Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público. Procedimento. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**. Impermeabilização. Seleção e Projeto. Rio de Janeiro, 2010.

BISSA, R.C.R.B. **Sistema de Impermeabilização e proteção de estruturas de concreto de reservatórios de água tratada atacados por cloretos.** Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

BORGES, M.G. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS, Feira de Santana, 2008.

LISBOA.D; SENA.A.B; AGUIAR. A. B, et al. Ultilização do Vant para inspeção de segurança na construção de uma avenida em Belém-PA. **In:** 16° CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. Belém, 2014.

MARTINS, J. G; JÂCOME, C. C. **Identificação e Tratamento de Patologias em Edifícios.** 1. ed. Portugal, 2005.

MATTJE, A. **Contribuição ao estudo da durabilidade de pontes em concreto ou Sistema Rodoviária de Santa Catarina (Litoral e Vale do Itajaí).** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PEREZ, A. R. **Umidade nas edificações: recomendações para prevenção da penetração de água pelas fachadas** (1° e 2° parte). In: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tecnologia das Edificações. São Paulo: PINI, 1998.

REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL ESPECIAL. **RBAC-E n. 94**. Requisitos Gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Brasília, 2017.

SOUZA, A. K. L. **Indentificação das manifestações patológicas em reservatórios de água executado em concreto armado em condomínio unifamiliar-Estudo de Caso**. Trabalho de Especialização em Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, Curitiba, 2014.

TORRES, A. S; SILVA, V. M. B; PALIGA. C. M. Análise das manifestações patológicas em reservatórios elevados na cidade de Pelotas/RS. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**. v. 12, n. 1, p. 12-22, Pelotas/RS, 2016.