De 17/07/2024 a 20/07/2024
Fortaleza, Ceará.
DOI: 10.5281/zenodo.12762270

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESERVATÓRIO ELEVADO NA CIDADE DE MOSSORÓ-RN

Diego Carvalho[1]*, Luma Sampaio[2]
*Autor de contato: engdiegocarvalho@hotmail.com

[1] Engenheiro Civil, Universidade Potiguar, Mossoró, Brasil
[2] Mestranda, PPEC, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

RESUMO

Os reservatórios elevados são construções destinadas a abastecer as edificações de uma determinada localidade, garantindo que esse abastecimento tenha uma pressão apropriada, pressão esta obtida pela diferença de nível. Este trabalho apresenta uma análise sobre as manifestações patológicas de um reservatório elevado em concreto armado, localizado em condomínio residencial privado no município de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte. Na qual, realizou-se um levantamento das características do reservatório, o levantamento das manifestações patológicas, a análise técnica e por fim foram elaboradas recomendações técnicas para recuperação/reparo destas, tendo como referência as normas técnicas vigentes e literaturas técnicas da área.
Palavras-chave: Reservatório; Concreto Armado; Manifestações patológicas.

ABSTRACT

Elevated reservoirs are constructions designed to supply the buildings of a certain location, ensuring that this supply has an appropriate pressure, pressure obtained by the difference in level. This work presents an analysis of the pathological manifestations of an elevated reservoir in reinforced concrete, located in a private residential condominium in the municipality of Mossoró, in the state of Rio Grande do Norte. In which, a survey of the reservoir characteristics, the survey of the pathological manifestations, the technical analysis and finally technical recommendations for recovery/repair of these were elaborated, based on the current technical standards and technical literature of the area.
Keywords: Reservoir; Reinforced Concrete; Pathological manifestations.

1. INTRODUÇÃO

O termo patologia, segundo os dicionários, significa “estudo das doenças” e tem origem no grego, onde Pathos = doença e Logos=estudo. De acordo com Verçoza (1991), as edificações também podem apresentar defeitos comparáveis a doenças, como por exemplo, rachaduras, manchas, descolamentos etc. Por isso, é convencional chamar o estudo sistemático desses defeitos de Patologia das Construções.

O surgimento de manifestações patológicas nas obras de construção civil pode ser definido como sendo a redução do desempenho e da vida útil de uma estrutura quanto a estabilidade, estética e, principalmente, durabilidade desta, em relação as condições a qual está submetida (RIPPER *et al.*, 1998).

Antes de tudo, para entender sobre vida útil de uma estrutura, tem-se que ter em mente o conceito de durabilidade. De acordo com Ripper *et al.* (1998), "é a relação entre as características de deterioração do concreto e do sistema estrutural a uma determinada construção, individualizando-a pela avaliação da resposta que se dará aos efeitos da agressividade ambiental, e com isso, definindo a vida útil da estrutura." A ABNT NBR 6118 (2014) enfatiza que, para a durabilidade ser atingida, a cooperação e as atitudes coordenadas de todos os envolvidos no projeto e as condições de uso, inspeção e manutenção são fatores essenciais.

Para a concepção de vida útil, a ABNT NBR 6118 (2014), descreve o conceito como sendo 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"

Souza (2014), complementa que as patologias encontradas na construção civil podem iniciar o processo de deterioração na fase de projeto devido a incompatibilidade de suas finalidades e funcionalidade. Raramente as estruturas de concreto apresentarão alguma falha por causas isoladas, geralmente será por algo bem característico. No entanto, caso o projeto, a execução, e a utilização sejam realizados de maneira errônea, vários problemas patológicos surgirão durante sua vida útil.

Os sistemas construtivos mais utilizado para construção de reservatório elevados é por meio dos elementos em concreto armado, por possibilitar uma variedade de formas e consequentemente possuir maior resistência em relação a outros métodos. E quando se tem elementos estruturais, como pilares, vigas, lajes e paredes de concreto, deve-se tomar cuidados durante a construção para que sejam evitados o surgimento de manifestações patológicas que possam diminuir a vida útil do sistema como um todo.

Se tratando de reservatório elevados, tem-se que ter a clareza que estes estão sempre expostos a ação da água. A exposição às chuvas, à umidade provenientes do solo, à água de reservação, devem ser consideradas em projeto, pois a ação deletéria das águas na estrutura de concreto armado acelera os mecanismos de deterioração, acarretando a perda das condições de uso e operação.

Desta forma, este trabalho foi realizado com intuito de levantar as manifestações patológicas incidentes no reservatório elevado em concreto armado, localizado em condomínio habitacional privado, no município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. E a partir desse levantamento, identificar as causas, realizar o diagnóstico e indicar as recomendações técnicas necessárias para tratamento/recuperação das manifestações patológicas.

2. METODOLOGIA

A metodologia empregada nesse estudo foi com base em vistorias in loco, realizando-se o levantamento visual e fotográfico do objeto em estudo, para identificação das manifestações patológicas existentes. As etapas de vistoria e levantamento geraram informações suficientes para identificar as possíveis causas e origens das manifestações patológicas, para assim realizar o

diagnóstico e realizar as recomendações técnicas de reparo, tendo como referência as literaturas técnicas da área.

Para tanto, para alcançar o objetivo do presente trabalho, realizou-se pesquisas bibliográficas, que procuram explicar os problemas decorrentes e patologias construtivas dos sistemas estruturais e de impermeabilização, utilizando-se para isso referencias teóricos já trabalhados e devidamente publicado por outros pesquisadores, as normas técnicas da ABNT, boletins técnicos e manuais técnicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na metodologia apresentada, os resultados são apresentados em três partes: levantamento das características do reservatório, levantamento das manifestações patológicas, análise técnica e recomendações técnicas para recuperação/reparo.

3.1 Características do reservatório

O reservatório analisado nesta pesquisa é do tipo elevado, e tem sua rede de distribuição a montante, está localizado na rua João da Escóssia, bairro Nova Betânia na cidade de Mossoró-RN, pertence a um condomínio residencial privado e serve para abastecer as residências deste. Construído em concreto armado, tem 11 anos de vida útil, possui formato cilíndrico e capacidade de armazenamento de aproximadamente 200m³, com altura total 20 metros, sendo 8 metros destinados a reservação de água e 12 metros destinados a suporte do reservatório. O sistema de impermeabilização utilizado em sua concepção, foi o sistema em Manta Asfáltica aderida, sem proteção mecânica.

A estrutura só possuí projeto arquitetônico, não existindo os projetos estruturais e de impermeabilização. A figura 1 a seguir, mostram a vista do reservatório e o formato layout arquitetônico deste.

Figura 1: Reservatório elevado localizado na cidade de Mossoró-RN: (a) Vista do reservatório; (b) Esboço arquitetônico do reservatório



(a) (b)

Fonte: os autores.

3.2 Levantamento das manifestações patológicas

No tocante as manifestações patológicas observadas na estrutura do reservatório, observou-se que este possuía: manta asfáltica degradada; vazamentos por infiltração; eflorescências na estrutura de concreto; fissuras; manchas e bolor; destacamento do revestimento de tinta; corrosão de armaduras; instalações hidráulicas corroídas; escada marinheiro, tampa do alçapão e guarda-corpo degradados e com corrosão e sistema de ancoragem inadequado.

3.3 Análise técnica das anomalias

3.3.1 Sistema de impermeabilização

Quanto ao sistema de impermeabilização utilizado no reservatório, observou-se que foi utilizado o sistema em Manta Asfáltica Tipo I 3mm aderida a quente e sem proteção mecânica. Sua aplicação não atendeu a critérios normativos estabelecidos pelas ABNT NBR's 9574 e 9575, tendo como principais falhas a: ausência de projeto, erros de execução, ausência de fixação mecânica e ausência de manutenção. Diante disso, o sistema em manta asfáltica em pouco tempo de uso, pouco mais de 5 anos, já apresentou um elevado grau de degradação, sendo realizado a troca pontual de parte desta, e mesmo sendo realizado essa manutenção, algum tempo depois o reservatório apresentou vazamentos em sua estrutura, sendo verificado que o sistema em manta já tinha chegado ao fim da sua vida útil, conforme demonstrado nas imagens a seguir:

Figura 2: Sistema de manta asfáltica degradado: (a) vista do fundo do reservatório; (b) manta destacando do substrato; (c) interface piso/paredes do reservatório; (d) manta asfáltica destacada da estrutura;



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: os autores.

Conforme visto acima, a manta asfáltica encontrava-se no fim da sua vida útil, não atendendo aos requisitos de desempenho necessários para manter a reservação de água sem que ocorresse danos

a estrutura do reservatório, fazendo com que a água percolasse pela estrutura de concreto, e consequentemente ocasionassem outros tipos de manifestações patológicas no reservatório.

Outra situação observada no reservatório, foi a ausência ou falha de aplicação da impermeabilização nas lajes de tampa e na laje do mezanino. Onde notou-se que o sistema já apresentava problemas e anomalias, como por exemplo, fissuras, eflorescências, manchas de umidade e corrosão das armaduras.

Figura 3: Ausência ou falha no sistema de impermeabilização das lajes de tampa e do mezanino: (a) Laje da tampa – vista externa; (b) laje da tampa – vista interna; (c) laje do mezanino – vista interna;



(a)



(b)



(c)

Fonte: os autores.

3.3.2 Estrutura em concreto armado

Quanto a estrutura em concreto, observou-se que devido a degradação do sistema de impermeabilização, os elementos sofreram com danos ocasionados pela percolação da água e pelo processo de lixiviação, a NBR 6118:2014 define a lixiviação como sendo o mecanismo responsável por dissolver os compostos da pasta de cimento por ação da água. Dessa forma, o processo de lixiviação caracteriza-se pela entrada de água através dos poros do concreto, dissolvendo o Ca(OH)2 e Mg(OH)2, presentes na pasta de cimento, e trazendo até a superfície caracterizando a formação de manchas esbranquiçadas (eflorescência), conforme pode ser observado na laje de fundo do reservatório (figura 4) apresentado a seguir:

Figura 4: Fissuras e eflorescência em decorrência do processo de lixiviação.



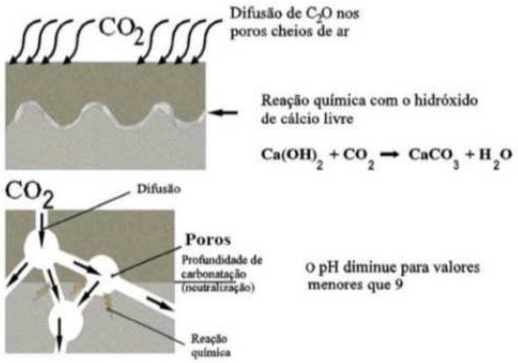
Fonte: os autores.

Quando o processo de lixiviação se instaura nas estruturas de concreto armado, inicia-se a carbonatação do concreto, despassivando a armadura da estrutura. De acordo com Souza e Ripper (1998), este processo consiste na dissolução do hidróxido de cálcio presente no cimento Portland endurecido liberado na hidratação, devido ao ataque de águas, que serão responsáveis pela corrosão, diminuindo o pH do concreto.

As armaduras inseridas nos componentes estruturais de concreto estão, em princípio protegidas e passivadas contra o risco da corrosão. Essa proteção é proporcionada pelo concreto de cobrimento e seus revestimentos, que formam uma barreira física ao ingresso de agentes externos, e principalmente por uma proteção química conferida pela alta alcalinidade da solução aquosa presente nos poros do concreto (RIBEIRO et al, 2014, p. 2).

A perda dessa proteção do cobrimento, acarreta um processo de deterioração, na maioria das vezes de forma progressiva e auto acelerante, isso ocorre, devido ao fenômeno físico-químico da carbonatação (Figura 5) e da contaminação por cloretos no concreto de cobrimento da armadura.

Figura 5: Representação do avanço do processo de carbonatação do concreto.



Fonte: Cincotto, 2010.

Por tanto, a corrosão nas armaduras inicia-se quando a frente de carbonatação consegue penetrar em toda a camada de cobrimento do concreto, atingindo a armadura, despassivando-a. Manifestando-se, conforme apresentado na figura 6.

Figura 6: Progressão da deterioração das armaduras devido a corrosão das armaduras.



Fonte: Helene (1986).

Apesar de existir muitas fissuras e processos lixiviatórios na estrutura do reservatório, este apresentou armadura exposta e com corrosão devido a ocorrência do processo de corrosão das armaduras, somente na laje de tampa, no alçapão de acesso, conforme demonstrado na figura 7 a seguir:

Figura 7: Armadura exposta e com corrosão



Fonte: os autores.

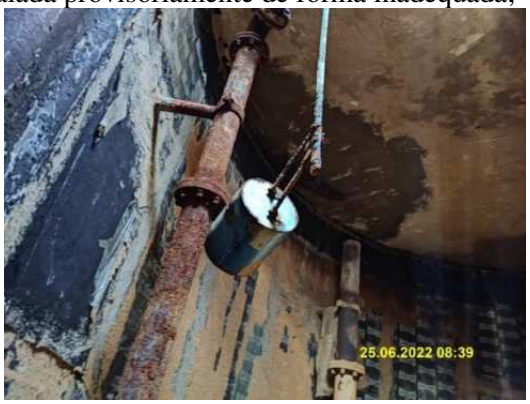
3.3.3 Revestimento em pintura

O revestimento em pintura utilizado no reservatório aparenta ser do tipo acrílica externa, e apresentou descascamento em toda a estrutura do reservatório. O descascamento pode ocorrer por diversos fatores, as Tintas Maggicor (2005) diz que dentre estes fatores o descascamento pode acontecer quando a pintura é executada sobre caiação, gesso, cimento ou concreto curado indevidamente sem que se tenha preparado devidamente a superfície. Tintas Suvinil (2005), complementa que também pode ocorrer o descascamento da película de tinta quando na primeira pintura sobre o reboco a primeira demão não foi bem diluída ou havia excesso de poeira na superfície. Outra situação a ser observada é quando a tinta é aplicada em substrato muito liso, tais como concreto com desmoldante ou revestimento cerâmicos. Esta última situação é uma das causas prováveis visto que o revestimento de pintura é sobre o concreto que forma a estrutura do reservatório.

3.3.4 Sistema de instalações hidráulicas

Quanto as instalações hidráulicas pode-se notar tubulações metálicas com avançado processo corrosivo, e por conta disso, parte delas inutilizadas, sendo realizada instalações provisórias e inadequadas para que o reservatório continuasse a funcionar, aparentemente foi decidido pelos proprietários do empreendimento que esta forma de reparo paliativo seria a melhor solução para o caso das tubulações metálicas corroídas, sendo feita essas instalações externas a estrutura, onde o ponto de entrada de água passou a ser pelo alçapão onde foi colocada as tubulações provisórias, conforme pode ser visto nas imagens a seguir, no entanto essas instalações impedem/dificultam o acesso ao reservatório, podendo ocasionar acidentes aos profissionais de manutenção.

Figura 8: Tubulações hidráulicas: (a) Tubulação metálica corroída e inativa; (b) Tubulação em PVC instalada provisoriamente de forma inadequada;



(a)



(b)

Fonte: os autores.

3.3.5 Escada, tampa e guarda-corpo

Os sistemas utilizados para facilitar a acessibilidade ao reservatório para execução de inspeção ou manutenção apresentavam elevado estado de degradação. A escada marinheiro externa e o guarda corpo apresentam corrosão em alguns pontos, especialmente a escada do tipo marinheiro que do ponto onde ocorre o vazamento da água, demonstrado anteriormente, até sua base, apresenta processo corrosivo avançado, devido à ausência de manutenção.

Helene et al (2019) define a corrosão como um processo espontâneo, provocada pela interação química do metal com o ambiente, promovendo variações químicas das suas propriedades, com perda das características estruturais, podendo-se caracterizar esse mecanismo como um processo de deterioração físico-químico, uma vez que os produtos da corrosão causam uma alteração da geometria das peças metálicas, devido a dissolução dos metais por reações químicas ou eletroquímicas.

Para tanto, se uma peça metálica não for devidamente tratada ou manutenida, o processo corrosivo poderá fazer com que ela perca as características funcionais, como é o caso da escada marinheiro, do guarda-corpo e da tampa do alçapão, que possuem pontos corrosão e consequentemente deterioração dos seus elementos, conforme pode ser visto na figura 9.

Figura 9: Corrosão dos elementos de acessibilidade e segurança do reservatório: (a) Escada marinheiro; (b) Guarda-corpo; (c) Tampa do alçapão;



(a)



(b)



(c)

Fonte: os autores.

3.3.6 Sistemas de ancoragem

Muito comum em construções antigas, o sistema de ancoragem deixado na construção do reservatório (figura 10) não atende as normas técnicas vigentes, sendo estes, ferros de construção fixados há estrutura, sem identificação de qual carga suporta, e com material que propicia a corrosão, não garantindo a segurança para os profissionais de manutenção que poderiam utilizá-los para realizar a manutenção externa. O tipo de material utilizado nos sistemas de ancoragem em estruturas altas deve atender aos prescritos nas normas ABNT NBR 16325:2014 e ABNT NBR 16489:2017, que definem os tipos de dispositivos de ancoragem para proteção contra quedas de altura e as recomendações e orientações para seleção, uso e manutenção.

Figura 10: Ferros de construção utilizados inadequadamente como ganchos de ancoragem.



Fonte: os autores.

3.4 Recomendações técnicas

3.4.1 Sistema de Impermeabilização

Para solucionar os problemas encontrados na impermeabilização do reservatório, recomendou-se que fosse reaplicado o sistema de impermeabilização, utilizando um sistema flexível, que possua uma vida útil de referência maior do que a da manta asfáltica.

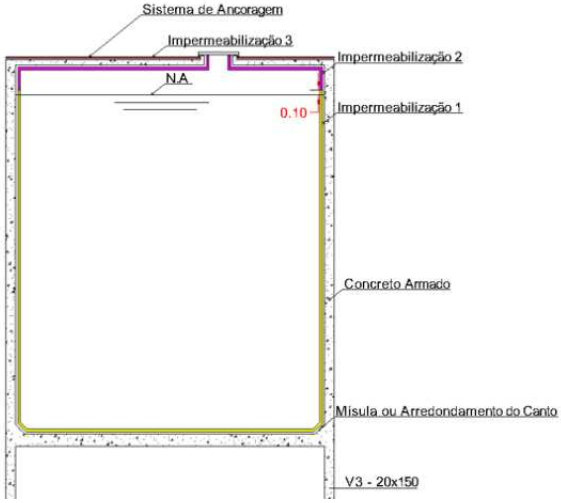
Para qualquer tipo de sistema impermeabilizante escolhido, deve-se seguir as etapas executivas abaixo:

1. Planejamento da execução (Ex: Verificação da necessidade de ventilação mecânica e iluminação interna);
2. Remoção da impermeabilização antiga;
3. Limpeza total do reservatório;
4. Tratamento das fissuras;
5. Regularização e arremates necessários (conforme projetos elaborados);
6. Execução da nova impermeabilização (conforme projetos elaborados e recomendações do fabricante);
7. Execução do teste de estanqueidade;
8. Execução da proteção mecânica (caso necessário).

O autor, sugeriu que fossem utilizados os sistemas de impermeabilização sublinhados, no entanto, identifica os tipos de sistemas que podem ser usados em cada área, ficando a critério dos gestores administrativos e do projetista contratado, decidir qual tipo de sistema seria utilizado para reparar e garantir a estanqueidade do reservatório.
Impermeabilização 1 – Manta asfáltica ou Manta de PVC ou Membrana de Poliuretano ou Membrana de Polímeros Acrílicos com ou sem cimento;
Impermeabilização 2 – Pintura Epóxi;
Impermeabilização 3 – Manta asfáltica ou Membrana Asfálticas ou Membranas de Poliuretano.

A figura 11 a seguir, representa esquematicamente os locais ondem devem ser aplicados os sistemas sugeridos acima, lembrando que não se trata de um projeto de impermeabilização, e sim, somente de um modelo orientativo dos locais onde devem ser aplicado esses sistemas, sendo de primordial importância a contratação do projeto executivo, na qual irá definir todos os detalhes construtivos do sistema escolhido para ser executado.

Figura 11 – Locais onde devem ser aplicados os sistemas de impermeabilização sugeridos.



Fonte: os autores.

3.4.2 Estrutura de concreto

Para a recuperação da estrutura em concreto armado do reservatório, recomenda-se realizar os ensaios para verificação da qualidade do concreto, além da verificação das condições do aço, que pode apresentar processo corrosivo devido a percolação da água na estrutura, deverá ser aferido o quanto de área de aço foi corroído, caso não ultrapasse 15%, o tratamento será feito sem a necessidade de acréscimo de barras, executando o reparo conforme Piancastelli (1997) recomenda: a) retirar todo o concreto desagregado; b) limpar a armadura retirando todos os produtos da corrosão com escovas de cerdas de aço; c) aplicar sobre a barra polímeros inibidores de corrosão; d) executar o reparo conforme a profundidade afetada.
Após a identificação e análise da qualidade do concreto e do aço, caso não seja necessário realizar nenhum tipo de recuperação/reforço nos elementos em concreto armado, deverá ser realizado o tratamento das fissuras existente, com injeção de adesivo estrutural de base epóxi, para selar estas fissuras e recuperar o monolitismo destas.

3.4.3 Revestimento em pintura

Para recuperação do descascamento do revestimento de tinta, as Tintas Suvinil (2005), recomenda raspar ou escovar a superfície até a total remoção das partes soltas ou mal aderidas, promover a limpeza do substrato e em seguida, proceder com a aplicação de uma demão do fundo preparador de parede e posteriormente aplicar a tinta de acabamento. Além disso, recomenda-se não usar tinta convencional sobre pintura em superfícies com temperaturas acima de 50ºC.

3.4.4 Instalações hidráulicas

Para a recuperação das instalações hidráulicas que apresentam corrosão e entupimento devido a grande quantidade de calcáreo presente na água, recomenda-se trocar as tubulações antigas por novas, e deixar somente estas em funcionamento, lembrando de fazer o correto transpasse destas pela estrutura, retirando as instalações improvisadas e permitindo o correto fechamento da tampa metálica do acesso ao reservatório. Algumas podem ser passiveis de recuperação da corrosão, porém acredita-se que a troca será a melhor opção, a fim de melhorar o desempenho do sistema hidráulico. Quanto aos elementos de fixação destas, são necessários tratamento e pintura, para que elas aumentem sua durabilidade, assim como, será necessário realizar a selagem nos furos feitos na estrutura, para evitar a penetração de agente deletérios.

Lembrando que sempre deverá ser realizada as manutenções nas instalações hidráulicas para garantir uma maior durabilidade e um bom desempenho do sistema.

3.4.5 Escada, tampa e guarda-corpo

Em relação a escada marinheiro externa e ao guarda corpo que apresentaram corrosão, recomendou-se realizar a manutenção, fazendo a recuperação da pintura nos pontos onde apresentavam somente oxidação, já nos pontos que apresentassem corrosão com perda de seção do elemento a recomendação foi realizar a troca deste elemento, no entanto, como a escada e o guarda-corpo apresentavam uma porcentagem elevada de pontos com corrosão e além de tudo não atendia as normativas técnicas referente aos degraus, deixou-se também a recomendação da troca como um todo, adequando as normas e utilizando materiais em aço inoxidável, afim de garantir uma maior durabilidade do sistema. Já em relação a tampa do alçapão foi recomendado realizar a limpeza da oxidação e realizar a pintura com tinta epóxi, a fim de garantir uma maior resistência

as intempéries. Já em se tratando ao acesso interno, recomendo-se implantar uma escada interna, conforme padrões estabelecidos pela ABNT NBR 12217:1994.

3.4.6 Sistema de ancoragem

Quanto aos ganchos do sistema de ancoragem, fora dos padrões normativos, recomendou-se realizar a troca de todos eles por dispositivos que atendam ao estabelecido nas ABNT NBR 16325:2014, NBR 16489:2017 e NR-18. Devendo: (a) Estar disposto de modo a atender todo o perímetro; (b) Suportar cargas de trabalho de, no mínimo, 1500 kgf; (c) Constar do projeto estrutural; (d) Ser constituído de material resistente às intempéries, como aço inoxidável ou material de características equivalentes. (e) Informações sobre fabricante, modelo, material, carga, número máximo de trabalhadores conectados simultaneamente etc.

5. CONCLUSÕES

As estruturas de reservatório elevados construídas em concreto armado podem apresentar manifestações patológicas originadas de diversos fatores, que vão desde a concepção do projeto, até falhas executivas e uso de materiais inadequados ou de baixa qualidade. Para tanto, o projetista deve ter conhecimento de todos os aspectos da obra e do ambiente na qual está será inserida, além disso, os usuários devem ter a conscientização da importância das manutenções preventivas para as estruturas em concreto, com o intuito de minimizar a ocorrência de problemas e consequentemente a melhorando a vida útil da estrutura.

Diante do exposto, pode-se concluir que a ausência de projetos, a falha na execução e a ausência de manutenções, foram fatores decisivos para o surgimento das manifestações patológicas e consequentemente para a degradação dos elementos e sistemas do reservatório objeto deste estudo.

Desse modo, este estudo serve para fornecer informações adequadas para que sejam realizadas as intervenções no reservatório elevado do condomínio privado, localizado em Mossoró-RN, auxiliando aos gestores do empreendimento a tomarem as decisões para reestabelecer as condições de uso e operação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13752: **Perícias de Engenharia na Construção Civi**l. Rio de Janeiro, 1996. Unidade

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **Manutenção de edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.** Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: **Execução de impermeabilização.** Rio de Janeiro, 2008.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 16325: **Proteção contra quedas de altura Partes 1 e 2: Dispositivos de ancoragem tipos A, B, C e D**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 16489: **Sistemas e equipamentos de proteção individual para trabalhos em altura – Recomendações e orientações para seleção, uso e manutenção**. Rio de Janeiro, 2017.

ALVES, J. D.; CINCOTTO, M. A. Influência da carbonatação na durabilidade do concreto. **Engenharia Civil**, v. 36, n. 1, p. 25-36, 2010.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 31 jan. 2024.

FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral Pereira**. Perícias de fachadas em edificações: pintura**. São Paulo: Leud, 2008.

PIANCASTELLI, Élvio Mosci. **Patologia e terapia das estruturas: Intervenções de Reparo (Restaurações)**. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 1997.

RIBEIRO et al. **Corrosão em estruturas de concreto armado: teoria, controle e métodos de análise.** – 1. Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

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

VERÇOZA, E.J. **Patologias das edificações.** Porto Alegre: Sagra, 1991