Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIGAS E PILARES DE RESERVATÓRIO DE ÁGUA ELEVADO EM PELOTAS/RS

V. M. BANDEIRA
Engenheira Civil
Universidade Federal de Pelotas
Rio Grande do Sul; Brasil
vivianbandeiradasilva@hotmail.com

C. M. PALIGA
Engenheiro Civil
Universidade Federal de Pelotas
Rio Grande do Sul; Brasil
charlei.paliga@gmail.com

A. S. TORRES
Engenheira Civil
Universidade Federal de Pelotas
Rio Grande do Sul; Brasil
arielatorres@gmail.com

RESUMO

Reservatórios elevados são construções destinadas a receber água das estações de tratamento através das adutoras e distribuí-la até as edificações. Desta maneira, têm como função principal condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório principal. Este artigo relata a avaliação das manifestações patológicas de um reservatório elevado de concreto armado, com volume de 1000 m³, construído no ano de 1987 na zona urbana da cidade de Pelotas/RS. O estudo foi realizado a partir dos levantamentos visual e fotográfico, análise dos projetos cedidos pelo órgão público e medições no local. Os resultados demonstraram que, além da falta de manutenção, as especificações de projeto referentes aos estribos de pilares e vigas foram decisivas no surgimento da corrosão de armaduras, que estão expostas devido à ocorrência de cobrimentos inferiores aos recomendados pela norma brasileira NBR 6118, vigente na época da elaboração do projeto. Também foi realizado um comparativo entre a norma vigente em 1987 e a norma atual, demonstrando a importância da evolução da mesma.
Palavras-chave: manifestações patológicas, concreto, cobrimento, projeto estrutural, desenho estribo, dobramento aço.

ABSTRACT

Elevated tanks are buildings designed to receive water treatment plants through pipelines and distribute it to the buildings. Their main function is to condition the pressures in the areas of highest topographic dimensions that cannot be supplied by the main reservoir. This paper reports the evaluation of the pathological manifestations of a large reservoir of reinforced concrete, with volume 1000 m³, which was built in 1987 in the urban area of Pelotas/RS. The study was conducted from the visual and photographic surveys, analysis of projects assigned by the public agency and on-site measurements. The results showed that in addition to lack of maintenance, design specifications, referring to the stirrups of pillars and beams, were decisive in causing corrosion of armor, which are exposed due to the occurrence of lower coverings those recommended by the Brazilian NBR 6118 code, prevailing in the project preparation time. It was also performed a comparison between the current standard in 1987 and the current standard, demonstrating the importance of the developments of this standard.
Keywords: pathological manifestations, concrete, coatings, structural design, design stirrup, steel folding.

1. INTRODUÇÃO

Os reservatórios permitem armazenar água para atender às variações de consumo, às demandas de emergência e manter pressão mínima ou constante na rede. Eles possibilitam a continuidade na distribuição de água, quando é necessário interromper o abastecimento para manutenção em unidades como captação, adução e estações de tratamento de água, conforme informa a Sanesul [1].

O Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas - SANEP [2] diz que os reservatórios elevados são aqueles sustentados por colunas em torre. A norma NBR 12217 [3] afirma que a função principal de reservatórios elevados é condicionar as pressões nas áreas de cotas topográficas mais altas que não podem ser abastecidas pelo reservatório principal.
Tinoco e Morais [4] inspecionaram 45 reservatórios executados em concreto armado no estado do Rio Grande do Norte entre os anos de 2001 e 2011. Foram observados 39 reservatórios elevados, 5 apoiados e 1 semienterrado. As estruturas

avaliadas possuem idades distintas, pertencem à ambientes de diferentes classes de agressividade e, muitas vezes, foram projetadas em épocas e sistemas construtivos diversos. A metodologia consistiu, essencialmente, em análises visuais, mas em algumas inspeções foram utilizados equipamentos e ensaios tecnológicos. Dentre as estruturas analisadas, 53% tinham a idade entre 21 e 30 anos na data da vistoria. Tal trabalho identificou as principais manifestações patológicas: 98% das estruturas apresentaram fissuras, 93% corrosão de armaduras, 91% desplacamento do concreto, 64% vazamento na câmara, 57% armaduras seccionadas, 39% manchas e eflorescências, 30% lixiviação, 16% segregação do concreto e 14% deformação na estrutura. Os autores afirmam que os problemas apresentados quase sempre estão relacionados às falhas executivas, ao não atendimento aos projetos e, principalmente, à ausência de manutenção periódica. O trabalho apresenta percentuais com o tipo de solução adotada para a recuperação das estruturas: 64% reparo localizado com utilização de graute ou argamassa polimérica tixitrópica, 53% injeção em fissuras com gel poliuretano bi componente, 22% demolição total ou parcial, 13% concreto projetado e 11% reforço por meio de encamisamento.

O trabalho de Borges [5] também apresenta as principais manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados e executados em concreto armado, mostrando medidas preventivas e/ou curativas adotadas para saná-las. A autora escolheu 3 objetos de estudo, localizados no estado da Bahia, dentre 75 casos de reservatórios elevados nos quais uma empresa especializada já havia realizado obras de recuperação. Esta escolha foi definida visando exemplares que apresentassem os problemas mais frequentes entre os reservatórios analisados. De uma maneira geral, a metodologia adotada pela empresa de recuperação contempla as etapas de: vistoria técnica, levantamento de dados, exames/ensaios quando necessário, estudo das soluções e definição da tecnologia adequada para tratamento dos casos e, por fim, definição da equipe, dos materiais e equipamentos a serem utilizados na recuperação. Com a análise de dados referentes às manifestações patológicas apresentadas, constatou-se que a percolação e/ou infiltração de água, corrosão de armaduras e fissuras foram os problemas mais freqüentes nesses reservatórios.

De acordo com Torres [6], os processos de manutenção e reparos estruturais na construção civil são motivos de grande preocupação em função dos elevados gastos gerados. Preocupação esta que é sempre pertinente quando se trata de edificações públicas, onde verbas são escassas e, na maioria das vezes dependentes de muita burocracia, além das construções novas normalmente terem a preferência dos investimentos públicos.

Na cidade de Pelotas/RS existem 20 reservatórios, dentre eles está o objeto de estudo do presente trabalho. O reservatório elevado R10 T foi construído no ano de 1987 em concreto armado e com capacidade de 1000 m³. A função desta obra, quando projetada, foi de receber água da Estação de Tratamento de Água (ETA) Santa Bárbara através de adutoras de ferro fundido com 400 mm de diâmetro para abastecer uma das áreas da cidade. A estrutura apresentada na Figura 1 possui diâmetro de 17,00 m e altura de 23,00 m.



Figura 1: Reservatório R10 T (AUTORA)

A Figura 2 mostra a localização do reservatório dentro no espaço público. Nela está indicada a vizinhança do mesmo, que possui um campo para atividades esportivas e uma praça. Estes espaços destinados ao lazer estão em estado

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

precário em função de falta de manutenção, mesmo assim são bastante utilizados por moradores da região. O reservatório e sua vizinhança também são muito frequentados por vândalos e usuários de drogas, tornando o local totalmente vulnerável a vandalismos e crimes.

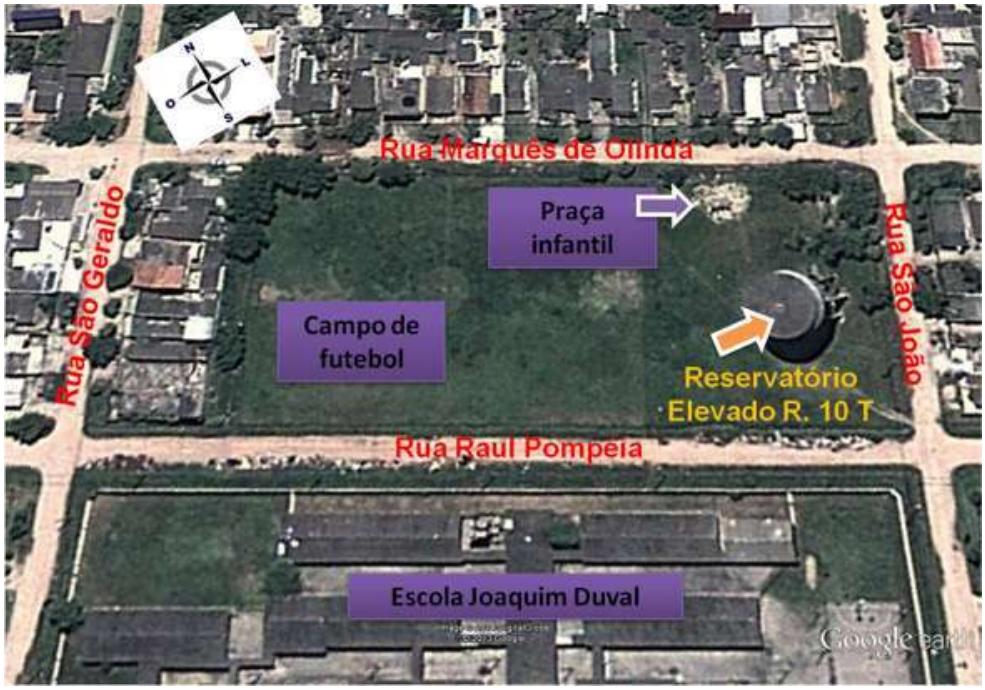


Figura 2: Localização do reservatório R10 T (GOOGLE EARTH - 2014)

O órgão responsável pela estrutura é o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas – SANEP [2], sendo o projeto concebido pela própria instituição. De acordo com a documentação fornecida pela autarquia da prefeitura, o processo construtivo iniciou em abril de 1986 com estudo do solo e no ano de 1987 começou a construção. Em agosto de 1987 estavam concluídos todos os trabalhos em concreto, restando as fases finais de revestimento e acabamentos. A empresa responsável pela obra orientou, à época, que deveria ser executado um teste antes da liberação do uso. Para realizar este procedimento deveria fazer um carregamento total do reservatório a fim de propiciar as necessárias acomodações da estrutura, evitando-se a ocorrência de microfissuras que comprometessem o posterior processo de impermeabilização. Porém este teste não foi realizado, e em setembro de 1987 a empresa aplicou reboco nas paredes internas e pintura a base de borracha clorada como elemento impermeabilizante, liberando seu uso após 10 dias deste procedimento.

Colaboradores do SANEP afirmaram que a referida obra foi utilizada durante um período muito pequeno, sem saber informar com exatidão este tempo, ficando em desuso e sem intervenções de manutenção, praticamente, nos seus 29 anos de existência. Os servidores esclareceram que para pleno funcionamento faz-se necessário a construção de um reservatório semienterrado para possibilitar o bombeamento para o R10 T elevado. Este outro reservatório não foi executado na época da construção por falta de recursos financeiros.

A partir do quadro exposto, este trabalho propôs uma análise das manifestações patológicas do reservatório com intuito de colaborar com os órgãos públicos na sua retomada de uso em um futuro próximo. O material gerado deve auxiliar nas possíveis intervenções que irão beneficiar a população dos bairros, que sofrem com problemas no abastecimento de água e também com o vandalismo e criminalidade do lugar.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi identificar e analisar as manifestações patológicas da estrutura do reservatório elevado. Também foi propósito a determinação das causas, o fornecimento de propostas de intervenções e sugestões de manutenção e/ou conservação.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, adotou-se como referência a metodologia de Lichtenstein [7]. Inicialmente foi realizada uma vistoria no local, utilizando-se os sentidos humanos e registros fotográficos para levantamento das manifestações patológicas. Posteriormente, ocorreu uma busca de dados formais junto ao SANEP, obtendo-se plantas com o projeto estrutural e documentos técnicos descritivos.

Para Bingham apud Sommer [8], a entrevista pode ser definida como relato verbal ou conversação com um determinado objetivo. Rheingantz *et al*. [9] afirmam que a entrevista é um método de avaliação pós-ocupação que aprofunda as informações levantadas em outros trabalhos de campo no ambiente em análise, coletando dados que ficaram ocultos ou simplesmente, preenchendo lacunas nas informações. Pelos motivos citados por estes autores, foram realizadas entrevistas com colaboradores-chaves do SANEP. Segundo Ornstein e Roméro [10], as entrevistas com pessoas-chave são técnicas muito utilizadas nas avaliações do ambiente construído, pois através delas são obtidas informações relacionadas com os projetos, construções, uso, operação e manutenção do ambiente em estudo.

Estas etapas de vistoria e anamnese geraram subsídios suficientes para o diagnóstico das manifestações patológicas, com identificação das possíveis causas e origens, bem como, sugestões de reparo e/ou conservação. A seguir estão as descrições das análises realizadas.

4. RESULTADOS

De acordo com Andrade e Silva [11], numa estrutura, um sintoma para ser considerado patológico deve comprometer algumas das exigências da construção, seja de capacidade mecânica, funcional ou estética. Como a manifestação patológica pode ser influenciada pelo comportamento da estrutura em uso, pelo tempo e pelas condições de exposição, percebe-se, portanto, que há uma forte relação entre a manifestação patológica e desempenho, vida útil e durabilidade da edificação.

A primeira análise foi feita sobre as vigas, cujas localizações estão indicadas na Figura 3.



Figura 3: Localização das vigas no reservatório (AUTORA)

As manifestações patológicas diagnosticadas nas vigas do reservatório em estudo foram: manchas, sujidades, corrosão de armaduras, fissuras e descolamentos do cobrimento de concreto.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Umidades de infiltração podem promover manchas e sujidades nas estruturas, dentre outros danos. Peres [12] salienta que estes problemas podem ser evitados desde a etapa de projeto, pois uma adequada especificação de elementos construtivos pode prevenir o acúmulo de águas nas superfícies envoltórias da edificação. A utilização de frisos e pingadeiras nos elementos construtivos é capaz de redirecionar o fluxo de água que normalmente escorreria diretamente na superfície, evitando o surgimento de manchas. Acabamentos superficiais de baixa rugosidade possibilitam um deslocamento mais rápido da água, minimizando sua ação e evitando também o acúmulo de sujidades.

Helene [13] alerta que pinturas são utilizadas para oferecer resistência aos mecanismos de degradação mais comuns, como carbonatação, lixiviação, retração, fuligem, fungos, concentração salina e outros. Tendo como função a redução de uma eventual queda do nível de segurança estrutural do componente e o bom aspecto superficial da estrutura.

Torres [14] descreve a corrosão como um fenômeno de deterioração ambiental, de natureza química, física ou biológica, que atinge materiais metálicos e não-metálicos, alterando suas propriedades ou afetando seu desempenho. Em se tratando de armadura do concreto armado, especificamente, esta autora define a corrosão como um processo eletroquímico que tem como resultado a deterioração do aço, causando perda de funcionalidade.

Helene [15] ressalta que o fenômeno da corrosão de armaduras, em geral, é mais freqüente do que qualquer outro fenômeno de degradação das estruturas de concreto armado, comprometendo-as tanto do ponto de vista estético quanto da segurança. O pesquisador ainda destaca que geralmente os estribos, as armaduras inferiores de vigas e as armaduras situadas na base inferior junto, aos cantos de pilares em contato com o solo, são mais propícios a sofrerem corrosões.

Segundo Carmona [16], no Brasil, a corrosão de armaduras é o mecanismo de deterioração de maior incidência. Ela provoca fissuras e desplacamentos de concreto, que acontecem porque o produto da corrosão do aço ocupa um volume maior que o metal original, ocasionando tensões de tração no cobrimento de concreto. Já Cánovas [17] destaca dois inconvenientes da corrosão dos aços no concreto armado: produzir desagregações no concreto e diminuir a seção resistente das barras.

As vigas mostradas na Figura 4 apresentam manchas, sujidades e corrosão de armaduras expostas.



Figura 4: Manifestações patológicas nas vigas superiores (AUTORA)

A Figura 5 apresenta um detalhe das vigas 4 e 5, tendo uma visão da parte inferior das mesmas. Nota-se um processo de degradação avançado, onde aparecem fissuras, já ouve descolamento do cobrimento de concreto e exposição da armadura que, visualmente, já pode ser identificada com processo corrosivo.



Figura 5: Manifestações patológicas nas vigas inferiores (AUTORA)

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

As prováveis causas das manchas e sujidades nas vigas são: a ausência de pingadeiras e a geometria inadequada da viga 2 que tem a face superior horizontal, favorecendo a retenção da umidade e a conseqüente aderência de partículas que causam sujidades.

Para solução destes problemas sugere-se a construção de pingadeiras em todas as vigas, bem como, a construção de uma superfície inclinada na parte superior da viga 2, além da realização periódica de limpeza e pintura dos elementos.

Quanto à corrosão das armaduras, às fissuras e aos descolamentos no concreto, aponta-se como causa o cobrimento de concreto insuficiente. Houve falha originada no projeto, pois o cobrimento da armadura não obedece a norma técnica e uma possível falha de execução, ignorando a utilização de espaçadores para garantir o cobrimento.

Nestes pontos com problemas relacionados à corrosão das armaduras recomenda-se: remoção do concreto danificado e contaminado ao redor da armadura corroída, seguido de limpeza rigorosa no aço. Posteriormente, avaliação da perda de área de aço, tratamento anticorrosivo na armadura e aplicação de produto com função de aderência. E para reposição das seções deterioradas, de acordo com Tinoco e Morais [4], aconselha-se a utilização de argamassa polimérica tixotrópica, que é indicada para fundo de vigas e lajes e locais onde não é possível a aplicação do graute, devido à sua alta fluidez.

A partir de uma análise das vigas 4 e 5, foi possível realizar uma observação quanto aos cobrimentos do concreto encontrados em projetos, executados e sugeridos pelas normas NBR 6118:1980 [18], década da realização da obra, e também registrar a recomendação da NBR 6118:2014 [19] vigente na atualidade.

A Tabela 1 apresenta um estudo comparativo dos cobrimentos de concreto das vigas inferiores. Salienta-se, que o cobrimento indicado pela norma NBR 6118:1980 [18] é para concreto aparente ao ar livre e a especificação da NBR 6118:2014 [19] é destinada para pilar e viga de concreto armado em classe de agressividade II – moderada.

Tabela 1 - Comparativo dos cobrimentos de concreto das vigas 4 e 5

Comparativo	Cobrimento (cm)
NBR 6118:1980	2,5
NBR 6118:2014	3,0
Intencionado no projeto	1,5
Resultante da execução (distância do quadrante externo do estribo até a face externa da viga)	0,87

Observa-se que a especificação intencionada no projeto (1,5 cm) não obedecia a norma vigente na época da construção, verificando-se que o cobrimento resultante da execução (0,87 cm) ficou ainda menor que as designações de projeto devido ao fato de, no desenho de estribo, não ser considerado o acréscimo de duas vezes a medida do diâmetro do mesmo (0,64 cm x 2 = 1,28 cm) observados em análise dos desenhos de projeto estrutural fornecidos pelo SANEP. Registra-se que a atual NBR 6118:2014 [19] recomenda o cobrimento mínimo de 3 cm para vigas pertencentes a classe de agressividade ambiental II, sendo que este acréscimo proporciona maior proteção da armadura.

A segunda análise das manifestações patológicas foi realizada sobre os pilares. Verificando-se, além das incidências relacionadas à corrosão de armaduras, o aparecimento de limos, fungos, eflorescências, pichações e degradações.

De acordo com Peres [12], a umidade é também o fator fundamental para o desenvolvimento dos fungos, que tem seu desenvolvimento bastante afetado pelas condições ambientais. Esses organismos dependem de um teor de umidade elevado no material onde se desenvolvem ou uma umidade relativa bastante elevada no ambiente, acima de 75%. Outro fator fundamental para o crescimento de fungos é a temperatura. Tais organismos se desenvolvem entre 10ºC e 35ºC, havendo uma grande variabilidade, mesmo fora desses limites, dependendo da espécie considerada. Além disso, a composição química do substrato sobre o qual o esporo se deposita é fundamental para ao êxito da germinação e infecção da superfície.

Já os limos, são conceituados por Oliveira e Azevedo [20] como sendo formações que precedem os musgos, são algas que se desenvolvem na água doce ou ambientes muito úmidos.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Quanto ao fenômeno da eflorescência, para Uemoto [21] significa a formação de depósito salino na superfície dos materiais. Sendo que, normalmente, apenas as características visuais ficam prejudicadas. Entretanto, em alguns casos, os sais constituintes podem ser agressivos e causar uma degradação mais profunda.

Algumas alterações indesejáveis são proporcionadas pelos agentes atmosféricos, pelo vandalismo e pelo uso inadequado das edificações. Sendo a poluição atmosférica e as pichações agentes externos que comumente promovem o aparecimento de sujidades e conseqüente deterioração das estruturas.

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam os problemas encontrados nos pilares do reservatório em estudo. Existem fissuras, descolamentos e exposição da armadura já corroída. Também foi constatado o aparecimento de eflorescência, fungos e limos, além da ação humana com pichações e degradações da estrutura, nesta localização por ser de fácil acesso a todos.



Figura 6: Manifestações patológicas nas bases dos pilares (AUTORA)



Figura 7: Manifestações patológicas nas bases dos pilares (AUTORA)



Figura 8: Manifestações patológicas nos pilares (AUTORA)

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Assim como no caso das vigas, novamente atribui-se ao cobrimento de concreto insuficiente a causa dos problemas de corrosão das armaduras, fissuras e descolamentos no concreto. Sendo as falhas também originadas no projeto e execução, com cobrimentos discordantes com a norma técnica e a não colocação de espaçadores para garantir o cobrimento durante a concretagem.

Nos pilares, para tratamento das partes atingidas com estas anomalias, os procedimentos iniciais podem ser os mesmos indicados para as vigas. O diferencial está na reposição das seções deterioradas que, de acordo com Tinoco e Morais [4], poderá ser utilizado graute, por ter alta fluidez e ser composto por aditivos que controlam a retração, a pega e a consistência.

As causas prováveis do aparecimento de eflorescências, fungos e limos nos pilares são: o uso inadequado da estrutura, a reação química causada pela urina humana e/ou animal, a falta de conservação e a umidade relativa alta característica da cidade. O acesso de vândalos e usuários de drogas é a causa apontada para as pichações e degradações devidas às queimas que ocorrem junto à estrutura.

Como procedimentos de reparo e conservação dos pilares são indicados: escovação e limpeza das superfícies atingidas, pintura de acabamento, construção de elementos de proteção ao redor do reservatório para evitar entrada de animais e pessoas, além de manter a vegetação cortada.

Novamente foi realizado um comparativo dos valores de cobrimento para os pilares, conforme Tabela 5. Observa-se que a especificação intencionada no projeto (2,5 cm) obedecia a norma vigente na época da construção. Porém, verifica-se que o cobrimento resultante da execução (1,87 cm) é menor que a designação de projeto devido ao fato de, no desenho dos estribos, não ser considerado o acréscimo de duas vezes a medida do diâmetro dos mesmos (0,64 cm x 2 = 1,28 cm). Verificando-se que a NBR 6118:2014 [19] recomenda o cobrimento mínimo de 3 cm para pilares (Classe de agressividade ambiental II), alteração que visa a prevenção de manifestações patológicas no concreto armado.

Tabela 5 - Comparativo dos cobrimentos de concreto dos pilares

Comparativo	Cobrimento (cm)
NBR 6118:1980	2,5
NBR 6118:2014	3,0
Intencionado no projeto	2,5
Resultante da execução (distância do quadrante externo do estribo até a face externa do pilar)	1,87

5. CONCLUSÕES

Os resultados das análises das manifestações patológicas demonstraram que, além da falta de manutenção, as especificações de projeto, referentes aos estribos de pilares e vigas, foram decisivas no surgimento da corrosão de armaduras que estão expostas devido à ocorrência de cobrimentos discordantes com a norma. Para o projeto e execução de armaduras transversais é necessário considerar que as medidas de desenvolvimento estabelecidas pelas cotas do projeto terão acréscimo de duas vezes o diâmetro do aço, aumentando a largura e altura do estribo. Caso este fato não seja considerado no desenho de desenvolvimento da armadura, o cobrimento de concreto resultante da execução será inferior ao desejado.

Uma adequada atenção às obras públicas é imprescindível, por atingirem direta ou indiretamente a sociedade como um todo. Os custos com recuperação estrutural e manutenções preventivas de reservatórios, certamente são compensados pelos benefícios decorrentes do pleno funcionamento da estrutura. Sendo que, revitalizações do entorno devem propiciar espaços públicos de lazer satisfatórios aos moradores da região.

Este estudo servirá de base para continuidade deste grande projeto a fim de avaliar todos os reservatórios públicos da cidade de Pelotas/RS.

6. AGRADECIMENTO

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSUL) pelo afastamento concedido para capacitação docente no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (PROGRAU) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

7. REFERÊNCIAS

[1] Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul (Sanesul). Disponível em: http://www.sanesul.ms.gov.br/conteudos.aspx?id=5. Acesso em Fev. 2016
[2] Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP). Disponível em: http://www.pelotas.rs.gov.br/sanep/. Acesso em Fev. 2016.
[3] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), "NBR 12217:1994 – Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público - procedimento". Rio de Janeiro, 1994.
[4] Tinoco, H. F. F., Morais, A. S. "Reservatórios em concreto armado: principais manifestações patológicas, diagnóstico e soluções para reabilitação e reforço". IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR. João Pessoa, 2013.
[5] Borges, M. G. "Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado". Monografia. Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS. Feira de Santana, 2008.
[6] Torres, A. S. "Corrosão por cloretos em estruturas de concreto armado: Uma meta-análise". Tese de doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
[7] Lichtenstein, B. "Patologia das construções". *Boletim Técnico n. 06*. SãoPaulo: USP, 1986.
[8] Sommer, B.; Sommer, R. "A Practical Guide to Behavioral Research: Tools and Techniques". Nova York: Oxford University Press, 1997.
[9] Rheigantz, P. A. *et al*. "Observando a qualidade do lugar: Procedimentos para avaliação pós-ocupação". *Coleção PROARQ*, FAU, UFRJ. Rio de Janeiro, 2009.
[10] Ornstein, S. W.; Roméro, M. de A. (colab.). "Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído". São Paulo, EDUSP/Studio Nobel, 1992.
[11] Andrade, T.; Silva, A. J. C. "Patologia das estruturas". In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). *Concreto: ensino, pesquisa e realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005. 2v. Cap.32, p.953-983.
[12] Peres, R. M. "Manifestações patológicas em edificações". Editora da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.
[13] Helene, P. R. L. "Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto". 2.ed. São Paulo, PINI, 1992.
[14] Torres, A. S. "Avaliação da sensibilidade do ensaio CAIM – Corrosão Acelerada por Imersão Modificada – Frente ao processo de corrosão em armaduras de concreto armado". Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
[15] Helene, P. R. L. "Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado". *Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da USP*. São Paulo, 1993.
[16] "Recuperação de estruturas de concreto armado exige planejamento e documentação dos serviços". *Revista Techne*. Edição 220 - Julho/2015.
[17] Cánovas, M. F. "Patologia e Terapia do Concreto Armado". 1. ed. São Paulo: Editora PINI, 1988.
[18] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), "NBR 6118:1980 – Projeto e execução de obras de concreto armado – procedimento". Rio de Janeiro, 1980.
[19] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), "NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – procedimento". Rio de Janeiro, 2014.
[20] Oliveira, A. L. C.; Azevedo, S. L. "Estudo de casos patológicos relativos à umidade em construções ecléticas da área central de Pelotas". *Relatório PET/Arquitetura*. Pelotas: UFPEL, 1994.
[21] Uemoto, K. L. "Patologia: danos causados por eflorescência". *Tecnologia de Edificações*. São Paulo: Pini/IPT, 1988. (Coletânea de trabalhos da Div. De Edificações do IPT).