Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM RESERVATÓRIOS DE CONCRETO ARMADO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA - MG

C. R. PINTO
Estudante de graduação
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Minas Gerais; Brasil
clarissa.pinto@ufv.br

R. C. SILVA
Professor Associado
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Minas Gerais; Brasil
recsilva@ufv.br

I. B. C. AMARAL
Estudante de graduação
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Minas Gerais; Brasil
igor.amaral@ufv.br

RESUMO

A cidade de Viçosa-MG se destaca por sua grande verticalização, com a existência de muitos edifícios em concreto armado. O crescimento da construção civil foi acompanhado pelo surgimento de muitos problemas patológicos nas estruturas decorrentes de vários fatores, desde a adoção de novas tecnologias de construção não consolidadas à contratação de mão de obra com baixa qualificação. Desta forma, realizou-se este trabalho com o objetivo de analisar as manifestações patológicas em reservatórios de concreto armado de edifícios residenciais nesse município. A metodologia se baseou essencialmente em análises visuais e levantamento de dados sobre a construção e manutenção dos reservatórios. Com os resultados obtidos, constatou-se que a corrosão de armaduras e as fissuras foram as patologias mais frequentes, seguidas pela bolorência, eflorescências, infiltrações, corrosão da tampa, corrosão do concreto, sujidade e descolamento do revestimento. É imprescindível que seja realizado um planejamento eficiente da execução e utilização de reservatórios, envolvendo as fases de projeto, emprego de materiais e escolha dos melhores processos construtivos; também torna-se primordial o conhecimento das patologias e suas consequências para os reservatórios, visando a adoção de medidas preventivas que aumentem sua durabilidade.
Palavras-chave: reservatórios, edifícios residenciais, manifestações patológicas, concreto armado.

ABSTRACT

The city of Viçosa-MG stands out for its wide vertical integration, with the existence of many buildings in reinforced concrete. Growth in construction was accompanied by the emergence of many pathological problems in the resulting structures of various factors, from the adoption of new building technologies to the unconsolidated hiring of low-skilled work. Thus, this work was carried out in order to examine the pathological manifestations in reinforced concrete tanks in residential buildings in this city. The methodology was based essentially on visual analysis and data collection on the construction and maintenance of the reservoirs. With the results, it was found that corrosion of reinforcement and the cracks were the most frequent pathologies, followed by mold, efflorescence, infiltration, cover corrosion, concrete corrosion, dirt and peeling of the coating. It is essential to be realized efficient planning of implementation and use of reservoirs, involving the design phase, use of materials and choosing the best construction processes; also becomes paramount knowledge of the disease and its consequences for reservoirs, aiming at the adoption of preventive measures to increase its durability.
Keywords: reservoirs, residential buildibgs, pathological manifestations, reinforced concrete.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

Um reservatório de água deve sempre garantir o abastecimento de uma edificação e tanto seu subdimensionamento quanto seu superdimensionamento causa prejuízos à obra em questão, acarretando falta de água ou sobrecarga desnecessária da estrutura, respectivamente. Suas dimensões devem ser suficientes para satisfazer as necessidades de consumo, devendo possuir, pelo menos, igual volume de água correspondente a um dia de consumo médio, juntamente a reservas para compensar as perdas na rede e atendimento ao serviço de combate a incêndio.

Os reservatórios podem ser do tipo enterrado, semienterrado, apoiado ou elevado. Em geral, os reservatórios elevados são usados para abastecer pavimentos inferiores por meio da queda natural da água por gravidade. Os reservatórios enterrados, por sua vez, são utilizados para armazenar uma quantidade de água que pode ser bombeada para o reservatório elevado quando este estiver abaixo do nível crítico que possa prejudicar o abastecimento dos moradores [1].

O crescimento da construção civil foi acompanhado pelo surgimento de muitos problemas patológicos nas estruturas e nas edificações. Embora os reservatórios sejam uma parte estritamente necessária das edificações, em muitos deles há falta de cuidado na execução e na manutenção de sua estrutura e nos requisitos de boa qualidade da água.

Os reservatórios de concreto armado são susceptíveis a intempéries como a chuva e o sol, além da atmosfera agressiva de ambientes industriais e litorâneos. Desta forma, vários tipos de patologias surgem nos reservatórios, podendo causar a perda da quantidade e da qualidade da água, com o surgimento de culturas causadoras ou transmissoras de doenças. Torna-se então fundamental a realização de um diagnóstico acerca das patologias em reservatórios de água potável, tendo em vista sua reabilitação, impedindo sua degradação excessiva, diminuindo os custos da manutenção e reduzindo as perdas de água[2].

Pretende-se, com este trabalho, apresentar o levantamento e a análise da incidência de manifestações patológicas em reservatórios de água em concreto armado em edifícios residenciais do município de Viçosa-MG.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O projeto e a execução de reservatórios de concreto armado requer certos cuidados, visando otimizar a sua vida útil e desempenho. A correta utilização do concreto armado envolve o estudo do traço e dosagem, lançamento, adensamento e cura, e, além disso, é necessária uma proteção contra agentes agressivos, impermeabilização e isolamento térmico eficientes e manutenção preventiva periódica.

Estudos recentes [3] apontam as manifestações patológicas mais frequentes em reservatórios de concreto armado, como sendo:

- Trincas e fissuras;
- Eflorescências e criptoflorescências ;
- Corrosão de armaduras;
- Infiltrações;
- Surgimento de mofo e bolor;
- Deterioração dos revestimentos internos e externos.

Essas manifestações patológicas podem estar ligadas à má qualidade e/ou especificação dos materiais, erros do projeto ou erros de execução, deixando o concreto pouco resistente e poroso. Desta forma, a impermeabilização e o isolamento térmico dos reservatórios são processos importantes na manutenção da qualidade da estrutura. Reservatórios com impermeabilização ineficaz estão sujeitos a infiltrações nos poros do concreto, podendo levar ao surgimento de mofo e bolor e afetar a qualidade da água, além de causar certo desconforto visual.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

No presente estudo desenvolveu-se a pesquisa e coleta de dados de manifestações patológicas em reservatórios de edifícios residenciais de concreto armado no município de Viçosa-MG.. A área de estudo das patologias em reservatórios de água foi delimitada à cidade de Viçosa-MG,, possibilitando a realização das visitas técnicas. A pesquisa foi feita de maneira qualitativa, com visitas técnicas a diversas edificações que possuIam reservatórios em concreto armado, apresentando análises visuais da situação dessas estruturas. A Tabela 1 indica os tipos de reservatórios analisados e suas respectivas quantidades.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Tabela 1. Classificação dos reservatórios por tipo

Tipo de Reservatório	Quantidade
Reservatório Apoiado	1
Reservatório Elevado	8
Reservatório Semienterrado	2
Reservatório Enterrado	6
Total de estruturas	17

Com a elaboração de uma ficha de diagnóstico procedeu-se ao levantamento das manifestações patológicas presentes nesses reservatórios, por meio da identificação e localização dos edifícios identificados genericamente, para então serem submetidos às inspeções visuais de caráter qualitativo. Nas inspeções buscou-se obter a maior quantidade possível de dados para o levantamento da situação como o tipo, a geometria, e o ambiente a que o reservatório está exposto. Essa etapa de levantamento de subsídios mostrou-se necessária para o entendimento completo dos fenômenos patológicos.

Busca-se nas vistorias, no mínimo:
- Detectar as manifestações patológicas por meio de análise visual e tátil e observação dos sintomas;
- Analisar a gravidade dos sintomas na estrutura, com uso ou sem uso de ensaios, tendo em vista a segurança do usuário;
- Definir a extensão da manifestação patológica; e
- Registrar os dados colhidos, através de descrição e registros fotográficos.

Além das vistorias *in loco*, foram realizadas entrevistas com profissionais conhecedores do histórico das estruturas ou com usuários dos edifícios, a fim de levantar possíveis informações sobre ano de execução, uso e a forma e frequência da manutenção/reparos realizados, através do preenchimento da ficha de diagnóstico. Buscou-se também realizar a anamnese através de informações formalizadas, como o projeto do reservatório, memorial de cálculo etc.

A coleta de dados foi organizada em visitas técnicas aos edifícios mais acessíveis e que continham reservatórios em concreto armado. De modo a preservar a identidade das edificações, os reservatórios foram enumerados com letras de A a G.

Os materiais utilizados para as inspeções foram:
i. *Lanterna*, para melhor visualização do interior dos reservatórios;
ii. *Câmera fotográfica*, para registro de fotos dos reservatórios; e
iii. *Fissurômetro*, para medir a abertura das fissuras na laje da tampa.

Os dados foram analisados para identificar as manifestações mais frequentes e o local onde foram constatadas. Elaborou-se também um gráfico com a quantidade de manifestações patológicas encontradas para facilitar a visualização da sua frequência nos reservatórios da cidade de Viçosa-MG. Nesta etapa, cada subsídio foi interpretado para se compor um quadro de entendimento da ação dos agentes agressivos, das possíveis causas e origens dos problemas patológicos e como se desenvolveram.
As visitas técnicas foram realizadas no período de 30 de setembro a 29 de outubro de 2015. Para manter o anonimato dos edifícios, os 17 reservatórios foram referenciados com letras de A a G, separados por edifício. Todos os reservatórios analisados foram construídos em concreto armado, sendo oito do tipo elevado, um apoiado, dois semienterrados e seis enterrados, com idade entre 3 e 34 anos e localizados em diferentes pontos na cidade de Viçosa-MG.. Neste trabalho, foram realizadas as análises das manifestações patológicas sem a realização de ensaios destrutivos ou não-destrutivos.

4. RESULTADOS

Foi possível classificar os reservatórios quanto à idade (Figura 1) e identificar quais deles passaram por algum tipo de manutenção (Figura 2) ou limpeza (Figura 3), de maneira a analisar se essas intervenções foram adequadas e suficientes para manutenção das características dos reservatórios.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

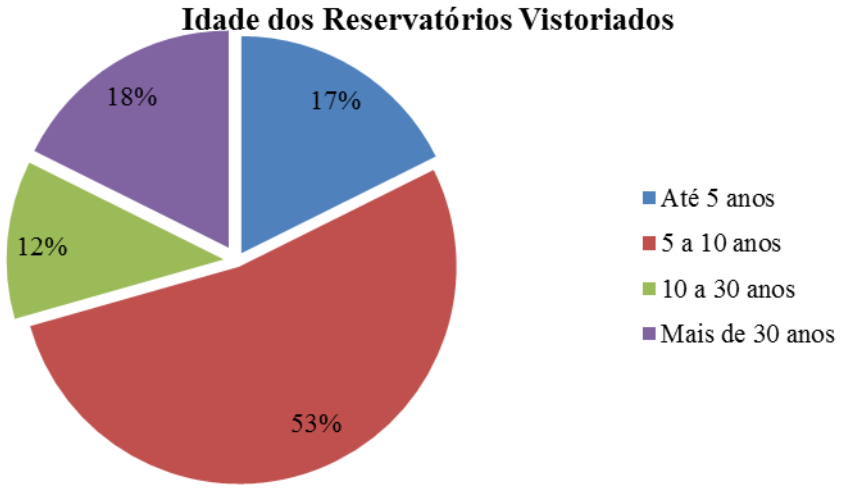


Figura 1: Classificação dos reservatórios por idade

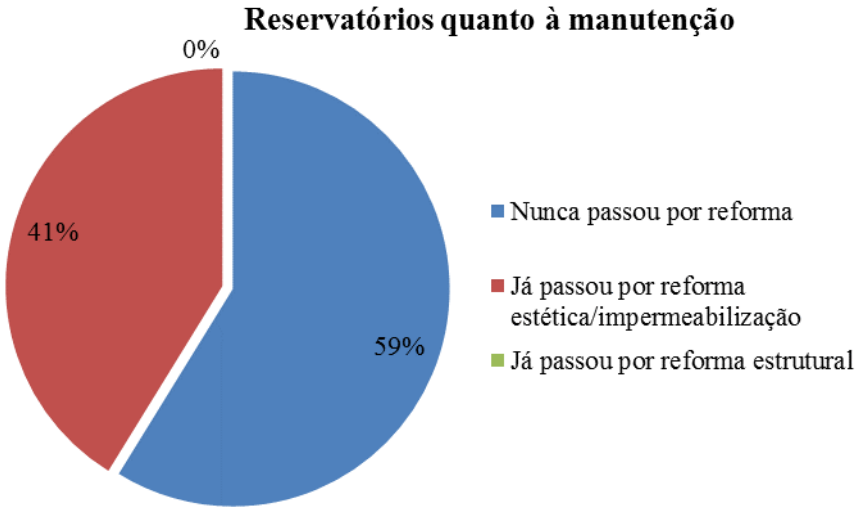


Figura 2: Reservatórios quanto à manutenção estrutural e estética

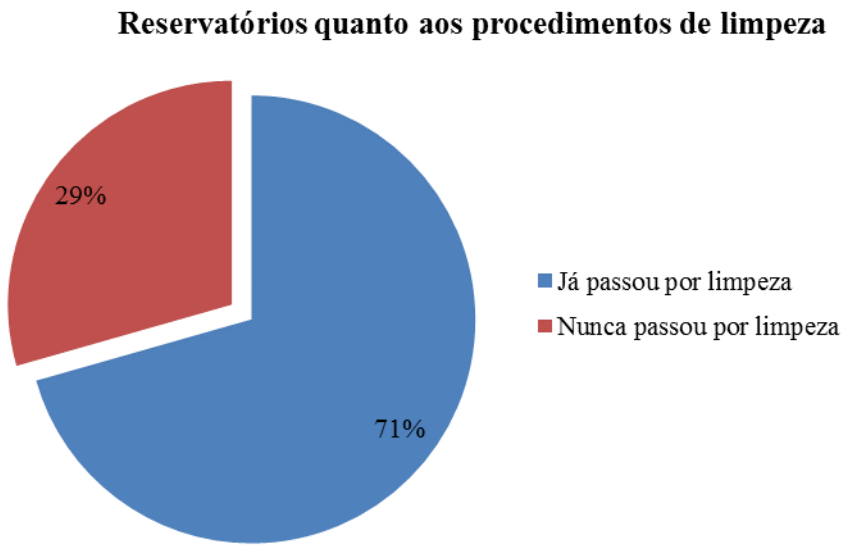


Figura 3: Reservatórios quanto à realização de limpeza interna

Os reservatórios foram separados de acordo com os edifícios em que se encontram, conforme exposto nos tópicos a seguir. Foram apresentados os resultados de 7 (sete) do total de 17 (dezessete) reservatórios analisados.

Edificação A

A Edificação A está localizada na área central do município de Viçosa-MG, e foi construída no ano de 2012. O edifício possui três reservatórios, genericamente chamados A1, A2 e A3, Figura 4. Os três reservatórios apresentam impermeabilização apenas na laje de fundo, sem extensão pelas paredes laterais. Além disso, notou-se a inexistência de chanfros entre as paredes laterais e o fundo, apresentando ainda imperfeições construtivas que podem vir a acumular impurezas (Figura 5).



Figura 4. Reservatórios da Edificação A.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 5. Impermeabilização e drenagem de reservatórios.

A drenagem na laje da tampa dos dois reservatórios elevados é feita apenas por um tubo de PVC próximo a um dos cantos com diâmetro insuficiente e sem inclinação visível da laje, o que dificulta o escoamento das águas. Conforme pode ser visto na Figura 5, a água drenada da cobertura do reservatório é direcionada para o corredor que dá acesso aos dois reservatórios.

No Reservatório A1 observou-se a existência de fissuras na laje da tampa de aproximadamente 0,5 mm, pontos de infiltração e eflorescências abaixo da estrutura do reservatório (Figura 6), e a tampa metálica se apresentou com corrosão avançada (Figura 7). Neste reservatório, a saída do tubo de PVC para drenagem na laje da tampa se encontra ao lado da tampa, o que pode vir a ocasionar o escoamento de água pluvial para dentro do reservatório.



Figura 6. Eflorescências na base do Reservatório A1.



Figura 7. Corrosão da tampa do Reservatório A1.

Assim como o Reservatório A1, o Reservatório A2 apresentou fissuras na laje da tampa, porém com espessura mais elevada, de aproximadamente 1,4 mm (Figura 8), formando pontos de infiltração por toda a cobertura. A tampa metálica deste reservatório também se apresentou em estágio avançado de corrosão, e, nessa região, há concreto desagregado e armadura exposta com início de corrosão. Abaixo da estrutura, foi possível notar a presença de ninhos de concretagem e locais em que essa deficiência expôs a armadura (Figura 9).



Figura 8. Lajes de cobertura dos Reservatórios A1 e A2, respectivamente.



Figura 9. Ninhos de concretagem do Reservatório A2.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

A medida da abertura das fissuras na laje da tampa dos Reservatórios A1 e A2 foram feitas com a utilização de fissurômetro, como pode ser visto na Figura 8. O Reservatório A3 (Figura 10), por ser um reservatório enterrado, mostrou-se de difícil vistoria das manifestações patológicas. A cobertura do reservatório é a laje do pavimento da garagem e a tampa metálica se encontra elevada em relação ao piso do pavimento. Na região da tampa foram detectados pontos de corrosão de armaduras, além de a própria tampa estar em processo de corrosão.



Figura 10. Corrosão na tampa e em pontos localizados do Reservatório A3.

Edificação B

A Edificação B se localiza na área central de Viçosa-MG e possui dois reservatórios construídos em concreto armado, denominados Reservatórios B1 e B2, sendo um elevado e outro, enterrado, respectivamente. O edifício tem idade de 12 anos. Notou-se a utilização do sistema de impermeabilização com manta asfáltica muito bem executado em todo o reservatório e bem assentado ao redor dos encanamentos presentes (Figura 11) e com chanfros entre as laterais e o fundo, desta maneira não foram identificados pontos de infiltração nas paredes laterais externas ao reservatório.



Figura 11. Impermeabilização com manta asfáltica em reservatórios.

No Reservatório B1, no entanto, a drenagem da laje da tampa apresenta problemas como a falta de inclinação da superfície e estrutura precária de elevação da tampa, o que ocasionou corrosão da mesma, além da falta de drenos para evasão das águas pluviais. Desta forma, foram identificadas fissuras de até 1,6 mm na cobertura e na área localizada abaixo do reservatório (Figura 12), infiltrações (Figura 13), eflorescências e manchas de bolor (Figura 14). Em outros pontos do reservatório há também a desagregação do concreto, inclusive com exposição da armadura em alguns deles (Figura 15), com cobrimento insuficiente e corrosão acentuada.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 12. Fissuração de 1,6 mm na laje da cobertura do Reservatório B1.



Figura 13. Infiltrações na base do Reservatório B1.



Figura 14. Eflorescências e bolor na área abaixo do Reservatório B1.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 15. Desagregação do concreto e armadura em processo de corrosão no Reservatório B1.

No Reservatório B2, do tipo enterrado, não foram identificadas patologias ou deficiências construtivas.

Edificação C

O Edifício C, também localizado na área central do município de Viçosa-MG, foi inaugurado no ano de 2007. Este edifício possui dois reservatórios em concreto armado, sendo um elevado (Reservatório C1) e outro semienterrado (Reservatório C2). Ambos os reservatórios foram impermeabilizados com argamassa a base de cimento e polímeros e apresentam chanfros em todo seu perímetro. As tampas dos dois reservatórios são de pedra ardósia (Figura 16), portanto mais resistentes às intempéries que as tampas metálicas dos outros reservatórios analisados.



Figura 16. Tampa de ardósia dos reservatórios da Edificação C.

O Reservatório C1 possui dimensões 280x230x155 cm^3, com capacidade de 10.000 litros. Embora tenha mostrado sujidade em suas paredes externas (Figura 17) devido ao fato de não haver estruturas de drenagem na laje superior, sua impermeabilização interna se mostrou em perfeito funcionamento, não mostrando infiltrações aparentes nas paredes externas ou abaixo da laje inferior. Com relação à fissuração da laje superior, a espessura máxima das fissuras não ultrapassaram 0,3 mm (Figura 18). Na estrutura de suporte do Reservatório C1 foram encontrados alguns pontos com mofo e bolor na base dos pilares, conforme pode ser visto na Figura 19, onde as águas pluviais se acumulam.



Figura 17. Sujidade no Reservatório C1.



Figura 18. Fissuração máxima no Reservatório C1.



Figura 19. Manchas de bolor na base de um dos pilares do Reservatório C1.

O Reservatório C2 se encontra no subsolo abaixo do pavimento da garagem e possui dimensões 350x220x210 cm³, com capacidade de 16.000 litros. A impermeabilização foi bem executada e não há problemas de infiltração. No entanto, na abertura da tampa, há pontos de corrosão de armaduras causados por cobrimento insuficiente e carbonatação do concreto, como pode ser visto na Figura 20.

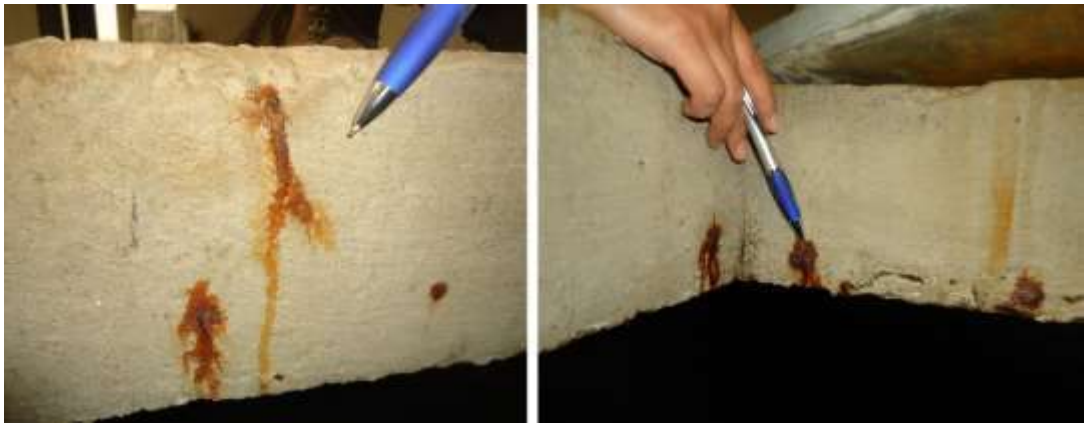


Figura 20. Pontos de corrosão de armaduras no Reservatório C2.

Como resultado das vistorias técnicas em todos os 17 reservatórios em questão apresentam-se as manifestações patológicas mais frequentes nessa amostra aleatória dos reservatórios de edifícios residenciais na cidade de Viçosa-MG (Figura 21).

.

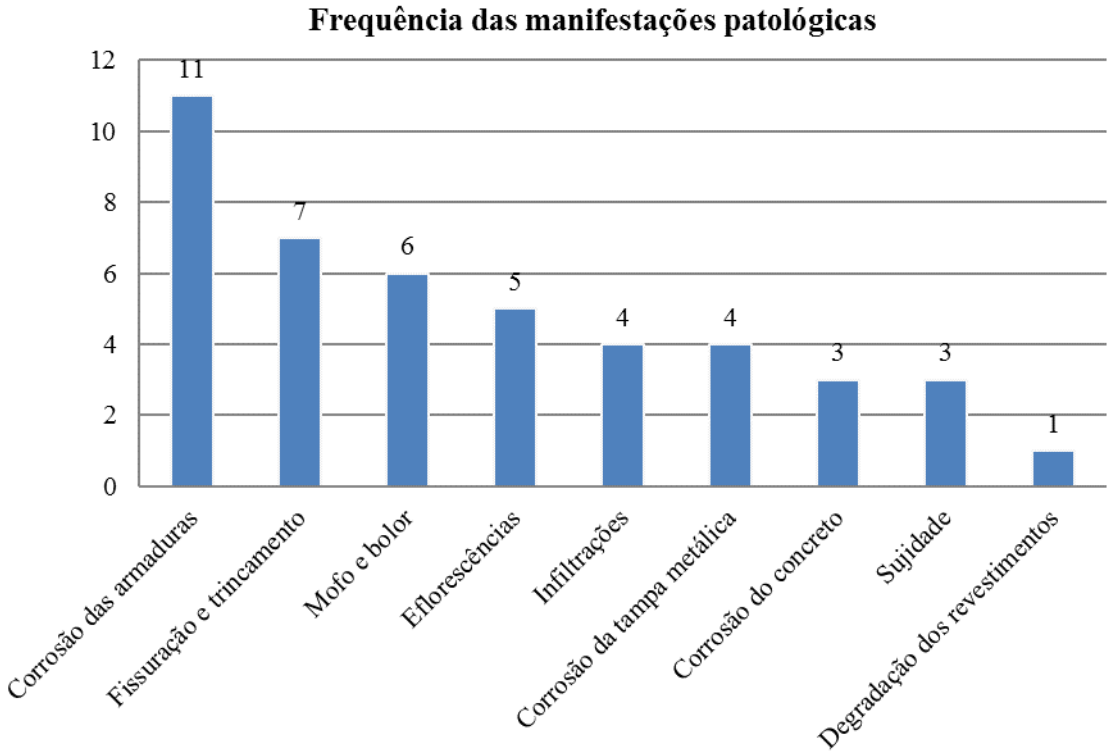


Figura 21: Frequência das manifestações patológicas encontradas

Observa-se a grande incidência da corrosão de armaduras, em 11 reservatórios e a fissuração, em 7 dos reservatórios analisados.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível levantar as manifestações patológicas mais frequentes nos reservatórios de concreto armado na cidade de Viçosa-MG, identificando quanto ao mecanismo de ação e sintomas apresentados visualmente.

A maioria dos reservatórios apresentou algum tipo de manifestação patológica, sendo a corrosão de armaduras e fissuração as mais frequentes. Com relação à corrosão das armaduras, constatou-se a falta de cobrimento, sobretudo na região do reforço de borda, como a principal causa dessa patologia, aliada a outros fatores como a umidade e a presença de cloretos na água tratada.

Destaca-se também a maior incidência de manifestações patológicas nos reservatórios elevados, como as fissuras, que foram encontradas em todos estes. Assim, aponta-se como principal agente causadora das manifestações patológicas a exposição a intempéries, que poderia ser minimizada com uma melhor vedação e isolamento térmico dos reservatórios expostos. Os reservatórios enterrados, por sua vez, encontram-se mais protegidos das intempéries como o sol e a chuva, desta forma não apresentaram fissuração da laje da tampa e um número menor de outras manifestações patológicas.

O presente trabalho se dedicou às manifestações patológicas mais frequentes em reservatórios de água potável. Aponta-se a grande importância de que os condomínios e moradores dos edifícios que contém reservatórios com patologias, reservem verbas específicas nos seus orçamentos, para a manutenção dos reservatórios.

Indica-se a partir deste estudo a observância de alguns aspectos que devem ser considerados no projeto e execução do reservatório:

i. Correta especificação do concreto a ser empregado;
ii. Controle da qualidade da execução;
iii. Garantia de acesso conveniente para inspeções técnicas;
iv. Estabelecimento prévio das estratégias de limpeza e manutenção.

Junto aos processos de manutenção, é de extrema importância a execução de procedimentos de limpeza dos reservatórios de modo a estender sua vida útil. Em áreas de drenagem, como a laje da tampa, deve-se estar sempre atento ao entupimento dos tubos de dreno para evitar empoçamento de águas pluviais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Pereira, E. A.. *Patologias em Reservatórios de Água Potável***.** 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, ISEL – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2010.
[2] Vasconcelos, Z. L. *Critério para o projeto de reservatórios paralelepipédicos elevados de concreto armado.* 1998. 143 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
[3] Rachid, L. E. F.; Londero, C.. Levantamento de Patologias em Reservatórios de Concreto Armado no Município de Cascavel-PR. *Revista Técnico Científica*, [Curitiba], v. 1, p.1-17, 2013. Trimestral. Disponível em: <http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/15>. Acesso em: 15 jul. 2015.
[4] Righi, G. V. *Estudo dos Sistemas de Impermeabilização: Patologias, Prevenções e Correções: Análise de casos*. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009.
[5] Souza, A. K.et al,. *Identificação de Manifestações Patológicas em Reservatório de Água Executados em Concreto Armado em Condomínio Unifamiliar: Estudo de caso*. 2014. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em Patologia das Construções, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
[6] Souza, V. C. M.; Ripper, T. *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto***.** São Paulo, SP: Pini Ltda, 1998. Cap. 1. p. 13-81.