

## PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA TRATAMENTO DE PATOLOGIAS RECORRENTES EM RESERVATÓRIOS DE ÁGUA POTÁVEL, EM CONCRETO ARMADO

Gabriela Toretti (1), Jaison Araujo Speck (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1)[gabitoretti@hotmail.com](mailto:gabitoretti@hotmail.com), (2)[jspeck@casan.com.br](mailto:jspeck@casan.com.br)

### RESUMO

O objetivo deste artigo é determinar uma proposta de reparo para tratar as patologias existentes nos reservatórios de água tratada concebidos em concreto armado. Para efeito deste estudo realizou-se vistorias em 25 estruturas situadas na cidade de Criciúma. Através da análise das patologias verificadas em campo, foi realizado um estudo das suas possíveis causas e de uma solução para a mais frequente. Todas as patologias foram organizadas por tabelas e pelo gráfico, constatou-se que as fissuras foram às patologias mais frequentes, seguidas pela eflorescência, infiltração e trincas. A partir disso definiu-se que a patologia problema que receberia o tratamento de reparo seria a fissura, já que apresentou maior incidência e gerava condição para formação das outras anomalias. Dois produtos foram selecionados, uma cola epóxi e um adesivo estrutural subaquático, ambos compostos bicomponentes e de alta performance para pressões negativas e em contato com água. Aplicou-se os produtos em uma fissura vertical, localizada em um dos reservatórios do estudo. Seguiu-se as recomendações feitas pelo fabricante para manuseio, mistura e aplicação do material. Após um determinado intervalo de seu reparo, a estrutura foi vistoriada e como resultado obteve-se o bom desempenho dos produtos testados. Ambos os materiais forneceram estanqueidade das fissuras.

*Palavras-Chave: Reservatórios de água. Patologia, Fissuras.*

### INTRODUÇÃO

Os reservatórios são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água, que ficam situados em pontos estratégicos do sistema. Além de atenderem às diversas finalidades, são elementos visíveis e de maior destaque no sistema de distribuição de água (TSUTUYA, 2006, p.337). Embora não seja a única opção, o concreto armado é uma das técnicas mais utilizadas na construção desses tanques, pois possibilita assumir qualquer forma, além de ser relativamente econômico e resistente.

Mehta e Monteiro (2008, p.18), definem durabilidade do concreto como “a expectativa de vida de um material sob determinadas condições ambientais”. O concreto armado está sujeito a alterações ao longo do tempo, alterando suas propriedades físicas e químicas em função das características e interações de seus componentes e das respostas destes às condicionantes do meio externo (SOUZA e RIPPER, 1998, p.17). Essas interações, muitas vezes causam patologias, que se não tratadas podem comprometer o desempenho da estrutura. Patologia segundo Souza e Ripper (1998, p. 14) “diz respeito a um novo campo da engenharia das construções que se ocupa da origem, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de desagregação das estruturas”. A durabilidade do concreto está diretamente ligada à permeabilidade do mesmo, uma vez que estruturas com baixa permeabilidade tendem a ser mais duráveis (MEHTA, 1993). Deste modo a impermeabilização nos reservatórios se faz imprescindível. Na maioria dos casos, o cumprimento às normas poderia evitar ou desacelerar consideravelmente os mecanismos de degradação de estruturas, pois sua função é justamente a de orientar os profissionais para as melhores práticas, evitando assim, a ocorrência desses problemas. As principais causas de deterioração que incidem nas estruturas de concreto armado são provenientes da corrosão de armaduras, eflorescências, fissuração, carbonatação, desagregação da camada superficial do concreto, entre outras. Dentre as mais comuns podemos destacar, por exemplo, fissuras e trincas, que Souza e Ripper (1998, p. 121) destacam

O tratamento de peças fissuradas está diretamente ligado à perfeita identificação da causa da fissuração, ou, dito de outra forma, do tipo de fissura com que se está a lidar, particularmente no que diz respeito à atividade (variação de espessura) ou não da mesma, e da necessidade ou não de se executar reforços estruturais (casos em que as fissuras resultam de menor capacidade resistente da peça).

Helene (1992) afirma que diante a essas manifestações patológicas observa-se, em geral, pouco caso à estas situações, o que leva a simples reparos superficiais que são insuficientes para resolver o problema ou, às demolições ou reforços injustificados. Os dois extremos são desaconselháveis uma vez que há, hoje em dia, uma elevada gama de técnicas e produtos desenvolvidos para solucionar esses defeitos.

O objetivo deste estudo é determinar uma metodologia para tratar patologias encontradas em reservatórios de água potável, executados em concreto armado. Como objetivos específicos se propõem analisar diversos reservatórios localizados na região sul catarinense, investigar as possíveis causas dessas anomalias para identificar as técnicas e métodos de terapia necessários.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 VISTORIAS E IDENTIFICAÇÃO DAS PATOLOGIAS**

Para identificação das patologias existentes nos reservatórios de concreto armado, realizou-se vistorias nas estruturas, com inspeção visual de caráter qualitativo e quantitativo, indicou-se os problemas encontrados, quantificou-se e juntamente efetuou-se o levantamento fotográfico e entrevistas com profissionais conhecedores do histórico das estruturas, a fim de levantar possíveis informações relevantes para o estudo. Nas inspeções buscou-se obter a maior quantidade possível de dados para o levantamento da situação, como o tipo, sua geometria e o volume dos reservatórios, assim sendo possível avaliar se essas particularidades interferiam no aparecimento e no crescimento das patologias. Os problemas existentes nos reservatórios foram pontuados através da elaboração de uma tabela, onde indicou-se suas características e gravidade. Quando obteve-se manifestações patológicas em mais de 50% da área das faces das paredes, considerou-se a gravidade como grande, caso contrário, arbitrou-se como pequena.

#### **2.1.2 DETERMINAÇÃO DAS PATOLOGIAS NOS RESERVATÓRIOS**

Após, vistoria e análise optou-se por tratamento da patologia mais frequente. O reservatório escolhido por sua vez foi o R0, por estar constantemente cheio o que para o reparo feito pela parte externa (pressão negativa) se torna um dos piores casos. Também por ser um dos reservatórios mais antigos e pelo fácil acesso para o posterior acompanhamento do tratamento aplicado. A figura 1 apresenta a fissura escolhida para receber o tratamento.

Figura 1 – Fissura escolhida para receber o tratamento de reparo.



Fonte: Da Autora, 2017.

### 2.1.3 ESCOLHA DOS MATERIAIS

Presente em todas as estruturas visitadas, a fissura dos reservatórios deve ser tratada pelo lado exterior da estrutura, evitando assim paradas no sistema de abastecimento. Por este motivo, na escolha do material deve-se levar em consideração esta questão, já que o produto deve apresentar-se apto para suportar a pressão negativa, permitir o uso em contato com água e não deve ser tóxico (contaminante da água). Buscou-se então dentre os diversos materiais disponíveis no mercado, algum que atendesse os requisitos anteriores e pudesse sanar o problema. Dois materiais foram selecionados, uma cola epóxi e um adesivo estrutural subaquático, ambos a base de epóxi e fornecidos em bicomponentes.

### 2.1.4 METODOLOGIA DE REPARO DA FISSURA

Para a aplicação dos materiais escolhidos houve primeiramente uma preparação do substrato, promovendo um desbaste na fissura com o auxílio de uma esmerilhadeira angular, de diâmetro do disco: 4-1/2", modelo G720-B2, seguido de uma limpeza para remoção de qualquer partícula solta que pudesse diminuir a aderência do produto ao local. A figura 2 mostra o preparo do substrato para posterior aplicação do produto.

Figura 2 – Preparo do substrato.



Fonte: Da autora, 2017.

Para a preparação da cola epóxi, seguiu-se as recomendações feitas pelo fabricante, que ressalta a proporção 1:1, logo a mistura entre o componente A e o componente B deverá ser de mesma quantidade. A mistura só deve ser cessada quando possuir uma cor homogênea, estando pronta para aplicação, que deve acontecer manualmente sendo pressionada com a palma da mão. O adesivo estrutural que foi o segundo material escolhido, apresenta manuseio semelhante, para sua preparação: basta misturar totalmente a resina “A” com a base “B” até sua total homogeneização. Em seguida deve-se aplicar sobre a superfície já preparada e limpa. Neste caso indicasse para aplicação o uso de luvas umedecidas ou de uma espátula.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao fim do levantamento totalizou-se 25 estruturas analisadas, todas concebidas em concreto armado e localizadas na região sul catarinense. Dentre as patologias observadas nos reservatórios, aponta-se à presença da eflorescência, infiltrações, trincas e a grande incidência de fissuras. Segundo a NBR 9575 de impermeabilização o que diferencia uma fissura de uma trinca é o tamanho da abertura. Considera-se fissura as aberturas que apresentam até 0,5 mm de largura

já as trincas são maiores que 0,5 mm e menores que 1 mm. A tabela 1 indica os tipos de reservatórios analisados.

Tabela 1- Classificação dos reservatórios por tipo de estruturas.

TIPO DE RESERVATÓRIO	QUANTIDADE
Reservatório Apoiado	11
Reservatório Elevado	1
Reservatório Enterrado	1
Reservatório Semienterrado	12
Total de estruturas analisadas	25

Fonte: Da Autora, 2017.

O Quadro 1 compila todos os reservatórios vistoriados, suas características e sua situação quanto as patologias.

Quadro 1- Dados e características dos reservatórios vistoriados.

(Continua)

Nome	Volume	Geometria	Patologias	Gravidade
Pulmão	10800 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras, trincas, eflorescência e infiltrações.	Grande
R0	2000 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras e infiltrações.	Pequena
R01	2000 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras e eflorescência	Pequena
R01 A	2000 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras e eflorescência	Pequena
R02	200 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras, trincas e eflorescência	Pequena
R03 A	1000 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras e eflorescência.	Grande
R03 B	400 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras e eflorescência.	Grande

Quadro 1- Dados e características dos reservatórios vistoriados.

(Continua)

R03 C	400 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras, infiltrações, eflorescência.	Grande
R04	1000 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras e infiltrações.	Pequena
R05	600 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras	Pequena
R06	1200 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras	Pequena
R07	1200 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras	Pequena
R07 A	500 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras, trincas, eflorescência e infiltrações.	Grande
R08 A	150 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras e infiltrações.	Grande
R08 B	450 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras e infiltrações	Pequena
R08 C	600 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras.	Pequena
R09 ERAT	50 m <sup>3</sup>	Retangular	Fissuras.	Pequena
R09 A	600 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras.	Pequena
R09 B	200 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras.	Pequena
R10	800 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras e eflorescência.	Grande
R10 A	800 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras, eflorescência, trincas e infiltrações.	Grande
R11	100 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras.	Pequena
R13	50 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras, eflorescência, infiltrações e destacamento da pintura.	Grande
R14	50 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras.	Pequena

Quadro 1- Dados e características dos reservatórios vistoriados.

				(Conclusão)
R15	1000 m <sup>3</sup>	Circular	Fissuras, trincas, eflorescência, infiltrações e bolhas na pintura.	Grande

Fonte: Da autora, 2017.

### 3.1 ANÁLISE DOS RESERVATÓRIOS

Para análise dos reservatórios de forma mais detalhada, elucidou-se fotograficamente apenas os casos mais representativos e que exemplificasse as diversas situações encontradas, já que o número de registros fotográficos das estruturas durante as visitas foi expressivo.

Inaugurado em setembro de 2011, o reservatório intitulado como Pulmão, apresentou uma série de patologias. Notou-se a presença de infiltrações, da eflorescência e a grande ocorrência de fissuras verticais, horizontais e ainda de fissuras de 45 graus. Este foi o único reservatório dentre todos os outros vistoriados que apresentou este tipo de manifestação patológica. Este sinal indica provavelmente recalque diferencial da fundação. Na figura 3 pode-se notar a formação das fissuras inclinadas, posicionadas entre o elemento estrutural do reservatório e sua base.

Figura 3 – Reservatório Pulmão.

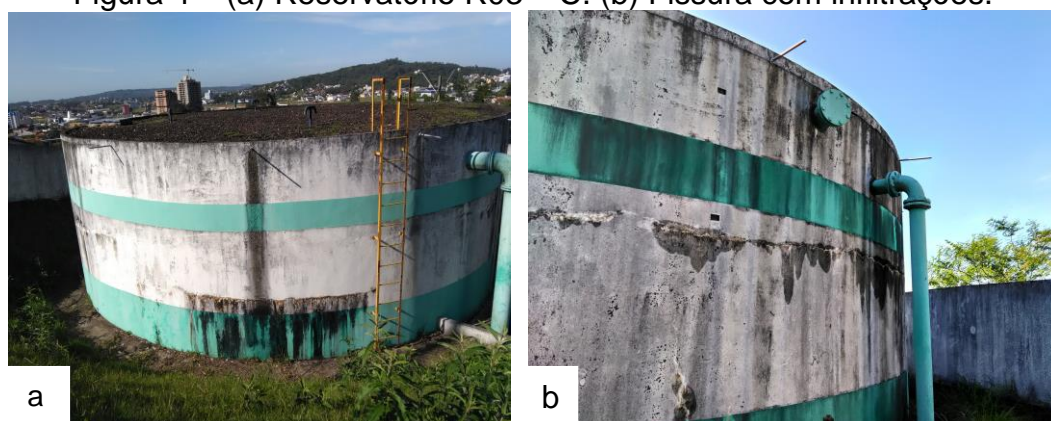


Fonte: Da Autora, 2017.



A estrutura do reservatório R0, segundo inspeção visual, apresentou algumas fissuras verticais acompanhadas de infiltrações. Nos reservatórios R01 e R01 A, observou-se apenas pequenas fissuras verticais e a presença da eflorescência. A função do reservatório R02 é a de recalcar a água tratada, por este motivo encontra-se constantemente cheio, seu estado é de boas condições, apresentando fissuras que totalizam aproximadamente 1 metro de comprimento. O R03 conta com três estruturas, as quais são diferenciadas entre si pelas letras A, B e C. O R03 A é o maior de todos, com volume igual a 1000 m<sup>3</sup>, ele distribui para a rede e alimenta o R03 B e o R03 C. Dentre os três é o que apresenta melhores condições. As patologias identificadas foram: pequenas fissuras nas juntas de concretagem. No R03 B as fissuras nos anéis são significativas e apresentam 6 metros de extensão. Além da presença da eflorescência. O R03 C é o reservatório que apresentou maior extensão de fissuras, aproximadamente 28 m, concentradas em sua maioria nos anéis de concretagem. Essas manifestações podem ocorrer durante a execução, devido ao anel anterior se encontrar no processo de cura enquanto se realiza a concretagem da próxima estrutura, prejudicando a aderência do concreto. A figura 4 mostra o atual estado do R03 C, com enfoque nas infiltrações causadas pelas fissuras situadas na junta de concretagem.

Figura 4 – (a) Reservatório R03 – C. (b) Fissura com infiltrações.



Fonte: Da Autora, 2017.

O reservatório R04 passou por uma recente pintura de manutenção e por este motivo não apresentou muitas patologias, observou-se apenas uma trinca vertical de 1 metro de comprimento, com a presença de infiltrações. A ERAT R05 abastece os reservatórios R07 e o R07 A, de estrutura retangular,

apresentou boas condições. Segundo inspeção visual, notou-se a presença de fissuras. A estrutura do R06 também recebeu pintura de manutenção, logo não constatou-se manifestações patológicas. O único reservatório enterrado no sistema é o R07, observou-se que esta estrutura encontra-se em boas condições, apresentou pequenas fissuras na abóboda, mas sem o comparecimento de infiltrações ou outras patologias. Já na estrutura do reservatório R07 A, verificou-se a formação de fissuras em quase toda a extensão das juntas de concretagem, totalizando aproximadamente 13 metros. Notou-se ainda infiltrações e eflorescências como segue a figura 5.

Figura 5 – R07- A.



Fonte: Da Autora, 2017.

O reservatório R08 conta com três estruturas, também divididas em A, B e C. Todos de formato circular. O reservatório R08 C não apresentou patologias. Já nos reservatórios A e B constatou-se em ambos o problema da formação de fissuras nas juntas de concretagem. Mesmo com a pintura relativamente nova, observou-se com facilidade a presença dessas patologias em quase toda sua extensão, como destacado na figura 6.

Figura 6 – R08 A.



Fonte: Da Autora, 2017.

O R09 ERAT com cota piezométrica igual a zero, bombeia a água tratada até os reservatórios R09 A e B. De formato retangular, apresentou algumas fissuras verticais e horizontais de pequena extensão. Com aproximadamente 20 anos de uso, o reservatório R09 A nunca passou por intervenções de caráter estrutural, apenas pinturas de manutenção e mesmo assim não apresentou patologias, como pode-se observar na figura 7.

Figura 7 – R13.



Fonte: Da Autora, 2017.

Na entrevista com profissionais conhecedores do histórico do reservatório, obteve-se a informação de que a estrutura R09 B enfrentou problemas de execução, o que resultou em deformações nas paredes da estrutura, para corrigir as irregularidades foi necessário à execução de uma espessa camada de argamassa de revestimento como ilustra a figura 8. Neste caso as patologias aparentes estão situadas nesta camada e não na estrutura de fato.

Figura 8 – R13.



Fonte: Da Autora, 2017.

O reservatório R10 apresentou fissuras horizontais em quase toda a extensão da junta de concretagem, além da presença da eflorescência. O R10 A dentre todas as estruturas vistoriadas apresentou-se como um dos piores casos. Detectou-se em toda a extensão dos anéis de concretagem fissuras e em muitos pontos destes vazamentos de água, além de algumas fissuras verticais, eflorescência, bolor e manchas na superfície como mostra a Figura 9.

Figura 9 – R10 A.

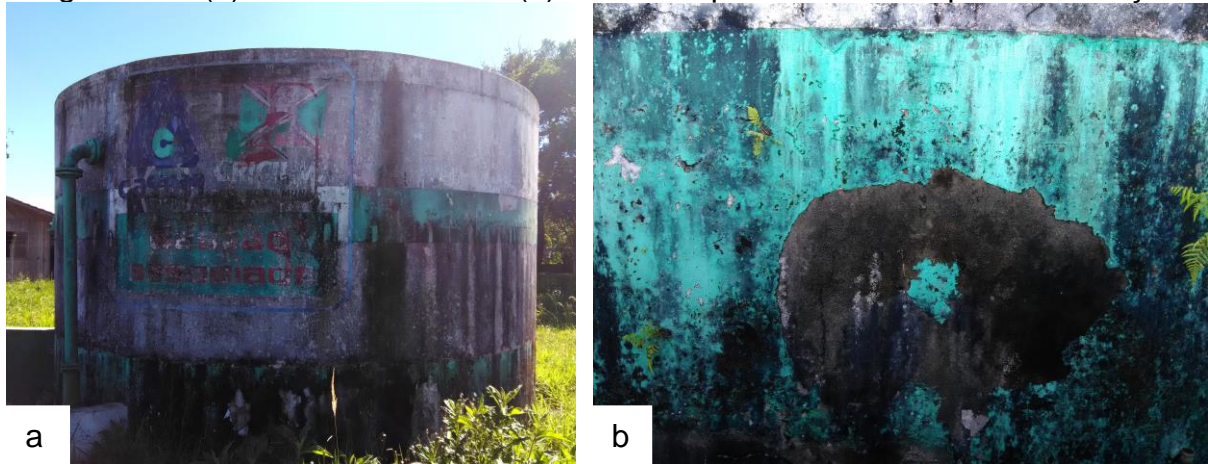


Fonte: Da Autora, 2017.

O único reservatório elevado do sistema é o R11, com aproximadamente 20 anos de uso observou-se apenas fissuras de pequena extensão e manchas causadas pela chuva. A estrutura do R13 apresentou uma situação diferente das demais, notou-se o destacamento da pintura, a formação de bolhas e manchas na superfície, tais

manifestações podem ter sido decorrentes de problemas na impermeabilização do reservatório. Segundo os conhecedores do histórico, o que pode explicar esse comportamento é que seu uso foi interrompido por alguns anos e depois ativado novamente. A figura 10 mostra as manifestações patológicas identificadas no R13.

Figura 10 – (a) Reservatório R13. (b) Indício de problemas na impermeabilização.



Fonte: Da Autora, 2017.

O R14 é uma das estruturas que encontra-se em melhores condições. Circular e com um volume de 50 m<sup>3</sup>, o R14 não apresentou manifestações patológicas relevantes, como nota-se na figura 11.

Figura 11 – R14.



Fonte: Da Autora, 2017.

No reservatório R15 constatou-se fissuras de grande extensão nos anéis de concretagem, totalizando aproximadamente 33 metros. Observou-se ainda algumas fissuras verticais, eflorescência e pontos de infiltrações localizados em nichos formados pelo mau adensamento do concreto e nos núcleos perdidos, utilizados para auxiliar no travamento das fôrmas. Na Figura 12 pode-se perceber o problema causado por falhas no processo de lançamento ou adensamento do concreto na etapa da concretagem da estrutura.

Figura 12 – R15.



Fonte: Da Autora, 2017.

### 3.1.2 VISUALIZAÇÃO DAS PATOLOGIAS

As etapas de vistoria e anamnese geraram subsídios para o diagnóstico das manifestações patológicas. Lembrando que as estruturas avaliadas possuem idades distintas, pertencem a ambientes diferentes e na maioria das vezes, foram projetadas com mão de obra e sistemas construtivos diversos. Essa série de fatores faz com que cada reservatório comporte-se de um jeito único, o que explica o motivo pelo qual a origem de uma mesma patologia pode ser diferente entre estruturas distintas.

Todos os reservatórios vistoriados apresentaram algum tipo de manifestação patológica, onde a fissura destacou-se, correspondendo a 49,02% dos sintomas encontrados. Além de sua grande quantidade ela condiciona o desenvolvimento de outras anomalias. Por estas razões direcionou-se a busca por um tratamento de

reparo para esta patologia. A presença da fissura pode ter várias explicações, fatores como: problemas na execução, contração e dilatação dos materiais devido à variação de temperatura, cura deficiente do concreto aliados a materiais de baixa qualidade e ausência de manutenções preventivas são algumas das possíveis causas dessa patologia.

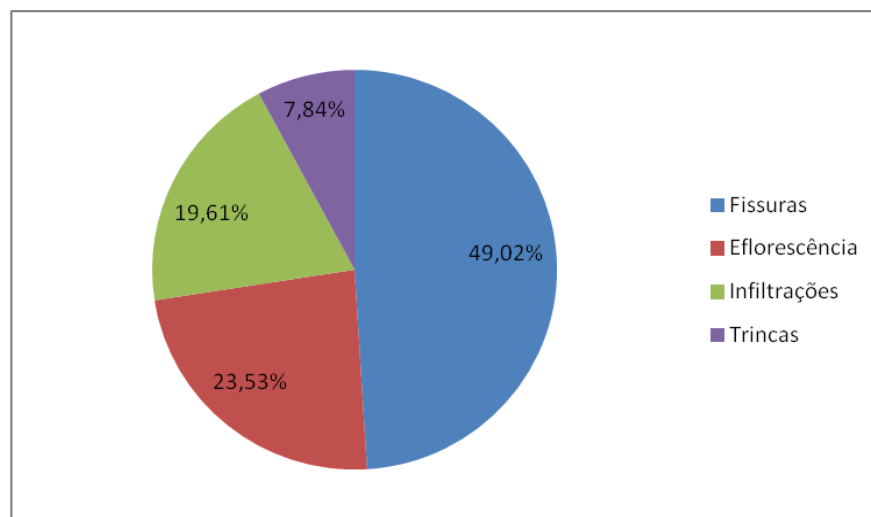
Com 23,53% a eflorescências é associada ao teor de sais solúveis nos materiais e a presença de umidade, que faz com que a solução migre e se deposite na superfície do concreto formando depósitos salinos.

As infiltrações representam 19,61% do total das manifestações patológicas, presentes quase em sua totalidade nas fissuras localizadas nos anéis de concretagem, também observou-se sua ocorrência nos nichos formados pelo mau adensamento do concreto.

Com menor incidência, as trincas mostraram-se presentes em poucas estruturas, correspondendo apenas a 7,84% do total.

O gráfico da Figura 13 apresenta os tipos de patologias encontradas nos reservatórios e a porcentagem de cada uma delas em relação ao total de manifestações verificadas nas 25 estruturas vistoriadas.

Figura 13 – Gráfico da porcentagem das patologias existentes nos reservatórios.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2017.

### 3.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DOS PRODUTOS TESTADOS

Após a aplicação de ambos os materiais, respeitou-se um intervalo de tempo de aproximadamente uma semana para realizar a inspeção. Na primeira vistoria notou-se que a água que anteriormente percolava pela fissura, não estava mais presente. Outro indicador de êxito da terapêutica adotada, é que o reservatório R0, que recebeu o reparo, possui uma calçada de concreto em seu contorno, na primeira vistoria esta calçada apresentava manchas de umidade, causadas justamente pela água que infiltrava pela fissura e em seguida escorria por ela, após o tratamento não observou-se mais esses indícios. Para garantia do sucesso da metodologia aplicada, realizou-se mais uma inspeção após algumas semanas e constatou-se ainda o bom resultado. A Figura 14 apresenta o local tratado após aproximadamente 4 semanas de aplicação.

Figura 14 – Materiais aplicados para reparo das fissuras



Fonte: Da Autora, 2017.

## 5. CONCLUSÕES

Através das vistorias, dos registros fotográficos e das entrevistas com conhecedores dos históricos das estruturas, constatou-se que todos os reservatórios apresentaram alguma das seguintes patologias: eflorescência, infiltração, trincas e a fissura, sendo a mais frequente dentre todas.



Ficou evidente que a sua maior incidência aconteceu nas estruturas apoiadas e semi apoiadas, de geometria circular, precisamente nos anéis de concretagem. Indiciando a ausência de tratamento das juntas de concretagem ou alguma negligência ligada com os procedimentos de construção. Seja qual for o motivo, as consequências constituem danos às estruturas, e por isso todas as considerações e cuidados existentes que evitem o surgimento dessas patologias devem ser tomados, nos casos das estruturas já existentes deve-se prezar pela correção. Desse modo, tem-se uma maior garantia do desempenho da estrutura, permitindo que as construções sejam utilizadas com seu potencial máximo referente à sua capacidade de trabalho. Os dois materiais selecionados para testes obtiveram bons resultados, selando as fissuras e cumprindo aquilo que lhes foi proposto.

Conforme o exposto, conclui-se que o levantamento de patologias em reservatórios de água, concebidos em concreto armado atendeu os objetivos da pesquisa, encontrando uma metodologia de reparo eficiente, com custo viável e que garante a estanqueidade das infiltrações presentes nas estruturas, garantindo a economia através do não desperdício da água já tratada e permitindo o prolongamento da vida útil dos reservatórios.

## 6. REFERÊNCIAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

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

BORGES, Micheli Gonçalves. **Manifestações patológicas incidentes em reservatórios de água elevados executados em concreto armado**. 2008. 100f. Monografia à Conclusão do Curso (Engenharia Civil )-Universidade Estadual de Feira de Santana- UEFS, Feira de Santana, 2008

HELENE, P.R.L. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2003.

METHA, Povindar Kumar ; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais**. São Paulo: IBRACON ed., 2008. 674p.

RACHID, Ligia Eleodora Francovig; LONDERO, Carolina. Levantamento de patologias em reservatórios de concreto armado no município de Cascavel-PR. **Revista TÉCNICO- CIENTÍFICA do CREA – PR**, 1ª edição, Cascavel, 2003.

SILVA, Cylon Gonçalves. **Nanociência & Nanotecnologia** [2002]. Disponível em <http://www.comciencia.br>. Acesso em: setembro 2017.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Editora Pini, 1998. 255 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. 643 p.