



IMPERMEABILIZAÇÃO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA POTÁVEL PARA ELIMINAÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA TRATADA

Andrello, José Mario(1); Galletto, Adriana (2)

(1) Instituto IDD, contato@petraconsultoria.com.br

(2) Unicamp, adriana@apoena.eng.br

Petra Consultoria Técnica: Av. Alcindo Dell’Agneze, 120 – Vale das Paineiras
CEP 13.474-260 - Americana – SP
e-mail.: contato@petraconsultoria.com.br
telefones: (19) 9781-1563 (19) 7811-1180

RESUMO

Este Trabalho tem o objetivo apresentar como foram realizadas as Impermeabilizações de Cinco Reservatórios de Água Potável, cada um com 2.700,00 m³, denominados de “Central de Distribuição de Água” do DAAE da Cidade de Rio Claro – SP.

A partir do Estudo das Manifestações Patológicas das Estruturas de Concreto Armado, onde foram realizadas inspeções, vistorias, ensaios de campo e de laboratório que nos mostraram o estado de degradação dos reservatórios, os quais estavam em uso e operação há 11 anos, sem manutenção alguma e com grandes vazamentos de água, foi possível tomar conhecimento do grau de degradação das estruturas e elaborar os procedimentos para os reparos estruturais e impermeabilização com proteção anti-corrosiva para o concreto, eliminando as perdas de águas tratadas, conseguindo impermeabilidade e estanqueidade, observando e respeitando para estes procedimentos os conceitos de sustentabilidade de obras e potabilidade de água para consumo humano.

Palavras-chave

Recuperação estrutural; concreto; impermeabilização; proteção anti-corrosiva.



1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo apresentar os procedimentos de diagnósticos, prognósticos e de terapia empregados para a execução dos projetos e especificações técnicas de serviços e produtos para os reparos das estruturas de concreto armado e impermeabilização para eliminação dos vazamentos de águas tratadas das cinco células do Reservatório Central de Distribuição de Águas do DAAE da Cidade de Rio Claro; assim como orientar as suas reparações e manutenções futuras para sua correta conservação e aumento da sua vida útil.

2. Características e Histórico dos Reservatórios

O conjunto de cinco reservatórios destina-se ao armazenamento e distribuição de água tratada e são justapostos e construídos em concreto armado com paredes e lajes de fundo e de cobertura, cada um com dimensões de 20,00 x 30,00m com altura interna de 4,50m, todos apoiados no solo sobre fundação de estacas com profundidades médias de 12,00m.

A espessura das paredes das células é de 25 cm e a espessura das lajes de fundo de 35 cm. As lajes de cobertura de cada célula são sustentadas por quinze colunas de concreto armado de 40 cm de diâmetro.

Os cinco reservatórios estão separados em três grupos, por duas juntas de dilatação situadas junto ao reservatório número 3, sendo que os outros reservatórios de números 1 e 2, 4 e 5 não têm juntas de dilatação entre si, sendo separados por uma parede divisória comum entre eles. A altura da lâmina d'água máxima dentro das células é de 3,50m.

Internamente, cada célula possui três paredes divisórias construídas em alvenaria, apoiadas nas lajes de fundo e que tem a função de criar caminho para a circulação das águas que entram nas respectivas células.

O Reservatório Central foi construído e entrou em operação e uso em 1999 e não ocorreram manutenções preventivas ou corretivas para reparos do concreto e impermeabilização neste período de uso, porém apenas limpezas internas das células para remoção de materiais de decantação das águas armazenadas.

A desinfecção das águas armazenadas é feita com a dosagem de cloro junto às tubulações de saída de água de cada célula.

3. Inspeção visual para identificação das manifestações patológicas

3.1. Fissuramento das estruturas

Por meio da inspeção realizada foi possível verificar alguns tipos de fissuramentos nas paredes internas e externas com aberturas desde 0,2 mm até 1,1 mm, sendo algumas com presença de vazamentos e outras sem vazamentos.

Havia fissuras carbonatadas e colmatadas por deposição de carbonato de cálcio, algumas com vazamentos de água e outras com formação de depósito de óxido de ferro, provenientes das armaduras da estrutura das paredes. Verificou-se também fissuras junto às lajes de fundo e nas mísulas das paredes com as lajes de fundo, em todas as células.



Nas lajes de cobertura, foram identificados dois tipos de fissuramento, sendo um de retração do concreto, cujas fissuras se apresentavam carbonatadas e com espessuras de abertura de até 0,3 mm e outras fissuras de deformação e movimentação da estrutura e com espessuras de até 1,4 mm.

Observou-se nas paredes externas dos reservatórios a existência de aproximadamente 600,00 metros de fissuras colmatadas por carbonatação devido aos vazamentos permanentes, e cerca de 500,00 metros de fissuras que apresentavam desde umedecimentos até vazamentos de água com fluxo intenso. Cerca de 150,00m das juntas frias de concretagens das paredes externas apresentavam vazamentos de água.

Foram ainda identificadas cerca de 400,00m de fissura nas paredes divisórias internas e nas lajes de fundo foram encontradas cerca de 1.800,00m de fissuras e trincas, associadas à pontos de segregação do concreto.

Tais fissuras eram, a princípio, de retração do concreto e de deformação da estrutura. As fissuras de retração se apresentavam de menores dimensões e observadas, de maneira geral, em todo o substrato, distribuídas aleatoriamente, e provavelmente tiveram sua origem quando da execução e cura do concreto; em sua maioria estavam colmatadas pela carbonatação e não apresentam vazamentos constantes de águas. As fissuras de deformação estrutural mostravam maiores dimensões, apresentavam vazamentos de água e se originaram, provavelmente, a partir do uso e operação dos reservatórios em carga de trabalho. Essas fissuras apresentavam-se em sua maioria inclinadas, “indicando” o sentido do esforço causado na estrutura.

3.2. Concreto segregado

Pode se verificar, em vários locais, falhas do adensamento do concreto utilizado na concretagem, o qual não teve talvez a plasticidade necessária para se amoldar às formas e envolver a armadura, deixando espaços vazios; pode se notar ainda a falta de cobertura das armaduras em geral, que ficaram encostadas sobre as formas. Todos esses fatos combinados deixaram o concreto e o aço vulneráveis aos agentes agressivos que provocaram sua deterioração, como por exemplo, a água e seus vapores, o cloro, o oxigênio e as umidades combinados com fungos e bolores e demais gases atmosféricos como o CO₂ e o CO. Nas mísulas nos rodapés das paredes, foram observados pontos de segregação provocados por falhas executivas de lançamento e adensamento do concreto.

3.3. Falta de impermeabilização

Notou-se claramente que no interior de todas as células a ação da água desgastou o sistema de impermeabilização, removendo-o de toda a parte submersa das células, expondo o substrato de concreto; nas áreas acima do nível da água foi possível visualizar o sinal do sistema de impermeabilização empregado – argamassa polimérica – porém também já degradado pela ação dos gases e vapores da água e de produtos químicos, sendo o cloro o mais presente e agressivo nesse caso.

A falta de impermeabilização interna às células, fez com que a água permeasse pelo concreto, lixiviando-o e carbonatando-o. Isso fez com que a alcalinidade do concreto baixasse e desse o início do processo de corrosão das armaduras. Cabe ressaltar também que havia formação de fungos, bolores e limos sobre o concreto e o aço externos ao reservatório, que são prejudiciais, pois geram sub produtos de base ácidas que aceleram a deterioração dos mesmos. Também não havia impermeabilização na laje de cobertura, o que também contribuiu negativamente para a durabilidade dessas lajes, que ficaram expostas ao intemperismo e seus efeitos nocivos.



3.4. Falta de proteção mecânica e térmica para as lajes de cobertura

O fato de não haver sobre as lajes de cobertura uma proteção mecânica e nem isolamento térmico, produziu tensões nestas lajes provocadas por variações da temperatura que causaram fissuras de comportamento dinâmico, por onde ocorriam infiltrações de água de chuvas que deterioraram a estrutura e permitiram que essas águas de infiltração entrassem nas células em contato com as águas tratadas, possibilitando contaminá-las.

3.5. Falta de cobrimento das armaduras

Foi uma falha construtiva em relação às armaduras e formas, que deixaram o concreto e o aço vulneráveis aos agentes agressivos que provocaram a deterioração da estrutura.

3.6. Lixiviação do concreto

O processo de lixiviação do concreto foi provocado pela presença constante da água que o permeava, e teve como consequência a retirada do seu interior do carbonato de cálcio, o que fez com que a alcalinidade do concreto baixasse para níveis inferiores a 8, deixando o ambiente propício para que as armaduras iniciassem o processo de deterioração em função de corrosão.

3.7. Corrosão das armaduras

A corrosão das armaduras em estado avançado foi motivo de preocupação, pois a estrutura estava perdendo a capacidade de suportar cargas, uma vez que muitas dessas armaduras foram totalmente deterioradas.

Foram verificadas corrosões generalizadas em todas as células, tanto na parte submersa como na parte não submersa das células, em uma área de 30% das lajes de teto, 40% da área das colunas e 20% da área das paredes internas das células.

3.8. Juntas frias de concretagens

As juntas frias de concretagens apresentavam-se horizontalmente entre as etapas de concretagens das células, sendo que nesses locais haviam vazamentos de águas provocados por falhas de adensamento e segregações do concreto.

4. Aplicação e resultados de ensaios de campo e laboratório

Para conhecimento do estado de conservação das estruturas de concreto armado e da extensão dos danos por ela sofridos, foram realizados os seguintes ensaios:

4.1. Extração de corpos de prova do concreto para identificação de sua resistência mecânica à compressão e homogeneidade

O ensaio de compressão axial submeteu os corpos-de-prova, extraídos dos reservatórios, à compressão para verificação de sua resistência conforme as normas da ABNT NBR 7680 e NBR 5739.

Os resultados obtidos mostraram que a resistência e homogeneidade dos concretos ensaiados estavam adequados à estrutura (Tabela 1).



Tabela 1 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão

TESTEMUNHO	CÉLULA	PEÇA ESTRUTURAL	TENSÕES (MPa)
01	I	Parede	32,3
02	I	Parede	26,1
03	II	Piso	23,8
01	II	Parede	17,2
02	II	Parede	25,1
01	III	Parede	23,3
02	III	Parede	21,2
01	IV	Parede	23,4
02	IV	Parede	26,3
01	V	Parede	33,5
02	V	Parede	27,1

4.2. Esclerometria

Ensaio não destrutivo, regido pela NBR 7584, para identificação da dureza superficial e homogeneidade do concreto.

Diante deste ensaio, a resistência superficial do concreto pode ser classificada como satisfatória (Tabela 2).

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de esclerometria

LOCAL	RESULTADO (MÉDIA)	PAREDE
Célula I	47,4	parede I
Célula I	46,2	parede I
Célula I	44,9	parede II
Célula I	55,2	parede IV
Célula II	52,8	parede II
Célula II	45,8	parede IV
Célula III	48,3	parede II
Célula III	45,7	parede II
Célula III	47,1	parede IV
Célula III	51,3	parede IV
Célula IV	46,0	parede II
Célula IV	55,4	parede IV
Célula V	55,0	parede II
Célula V	47,2	parede II
Célula V	54,0	parede III
Célula V	51,9	parede III
Célula V	55,0	parede II
Célula V	53,0	parede IV

4.3. Ensaio de contaminação por cloretos

A aplicação deste ensaio teve como objetivo a verificação da existência ou não de contaminação, para que fosse orientado corretamente o método de proteção das armaduras, e reparos e proteção do concreto.

O ensaio é feito a partir da extração de testemunhos do concreto das estruturas para posterior análise em laboratório, por meio da aplicação de reagentes químicos, para identificação da presença de possíveis contaminantes que possam deteriorar as estruturas de concreto.

A partir de 0,16% o cloreto de cálcio oferece grave risco em ambientes com cloreto conforme NBR 12655, provocando a corrosão das armaduras, porém como íons de cloreto de sódio a gravidade se inicia a partir de 0,15%. O cloreto de cálcio chega ao concreto que envolve as

armaduras durante a concretagem, através da água, da areia, da brita, ou simplesmente através da neblina marinha – caso de estruturas como pontes e viadutos, próximos ao mar.

Nos ambientes de Estações de Tratamento de Água, a agressividade química é mais frequentemente devida ao gás cloro, neutralizando a alcalinidade dos hidróxidos que se relacionam com o carbonato de cálcio, dando, eventualmente, uma formação de cristais de gesso composto com alumínio, o que leva a um aumento de volume, provocando o deslocamento do concreto.

O Ensaio de Cloreto acusou presença de 302 mg/kg, sendo que o limite de quantificação é de 40,0 mg/kg segundo o Método Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition 2005; portanto conforme verificação, a presença de íons cloro na laje da estrutura estava extremamente alta.

4.4. Ensaio de alcalinidade do concreto

Ensaio aplicado para se verificar a extensão e a profundidade da frente de carbonatação no concreto, que provoca uma redução do pH do mesmo e o deixa suscetível ao início do processo de corrosão das armaduras.

O pH é uma expressão matemática utilizada para medir a concentração do íon hidrogênio existente na solução (líquida ou vapor) intersticial, sempre presente nos poros e capilares do concreto. Tecnicamente $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$. As concentrações relativas ao hidrogênio $[\text{H}^+]$ e do íon hidroxila $[\text{OH}^-]$, presente na solução intersticial do concreto, determinam se o concreto está ácido, básico ou neutro. Esta medição é universalmente expressa em pH.

Diante dos resultados, se pode verificar que as peças estruturais ensaiadas possuíam baixo teor de pH na área externa e alto teor de pH na área interna (Tabelas 3).

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de alcalinidade do concreto



LOCAL	pH	PAREDE
Celula I	8,0	parede I
Celula I	8,0	parede I
Celula I	8,0	parede II
Celula I	7,5	parede II
Celula I	8,0	parede IV
Celula I	7,5	parede IV
Celula I (pilar interno)	12,0	-
Celula I (pilar interno)	12,0	-
Celula II	7,0	parede II
Celula II	8,0	parede II
Celula II	8,0	parede II
Celula II	7,5	parede IV
Celula II	8,0	parede IV
Celula II (pilar interno)	12,0	-
Celula II (pilar interno)	12,5	-
Celula III	7,0	parede II
Celula III	8,0	parede II
Celula III	7,5	parede IV
Celula III	8,5	parede IV
Celula III (pilar interno)	11,5	-
Celula III (pilar interno)	12,0	-
Celula IV	8,0	parede II
Celula IV	7,5	parede II
Celula IV	8,0	parede IV
Celula IV	7,5	parede IV
Celula IV (pilar interno)	11,5	-
Celula IV (pilar interno)	12,0	-
Celula V	8,0	parede II
Celula V	7,5	parede II
Celula V	7,5	parede III
Celula V	7,5	parede III
Celula V	8,0	parede IV
Celula V	7,5	parede IV
Celula V (pilar interno)	12,0	-
Celula V (pilar interno)	11,5	-

4.5. Ensaio de potencial de corrosão das armaduras

Realizado para identificar a extensão das corrosões, e para que se avaliasse a viabilidade de recuperação das peças estruturais por meio da identificação da vida útil restante da mesma. Para isso a superfície do concreto, nas regiões onde foi feito o ensaio, não poderiam apresentar deslocamentos ou trincas, (é necessário que haja continuidade elétrica entre as barras das armaduras da estrutura e o teste deve ser executado em um dia considerado típico). É importante ressaltar que não é possível, apenas com os resultados dos potenciais obtidos, fazer uma avaliação 100% precisa do estado de corrosão. A Figura 1 mostra a realização do ensaio em uma das células do reservatório.



Fig. 1 – Ensaio de potencial de corrosão

No Brasil ainda não existe uma norma para este ensaio, então utilizou-se como referência a norma americana ASTM C876-91, que fornece o padrão para análise de dados obtidos, que considera:

- **BOA** – Armaduras totalmente protegidas (ausência de corrosão). Potenciais mais positivos do que -200mv , com a semi-pilha de ESC, dão probabilidade maior que 90% de que não há corrosão;
- **CORROSÃO INICIADA** – Inícios de corrosão e danos inaceitáveis poderão ocorrer a curto ou médio prazo. Potenciais variando de -210 a -350mv com ESC. Atividade de corrosão é incerta;
- **INACEITÁVEL** – Grande parte da armadura apresenta corrosão ativa. Se os potenciais forem mais negativos do que -350mv com ESC, existirão chances maiores do que 90% de que há corrosão.

Diante das diretrizes da ASTM C 876/91, a seguir é apresentado, para demonstração, um gráfico dos resultados obtidos de potenciais de corrosão para a célula^o 2 do reservatório (Figura 2).

Quanto mais negativo o potencial, mais rápida é a corrosão. Em números, pode-se dizer que uma taxa de corrosão máxima acontece para um potencial de aproximadamente -600mV com ESC. Para um concreto de alta qualidade, a reação no anodo (corrosão) poderá ser tão insignificante que o aço comportar-se-á como um metal precioso, isto é, sem corrosão. Nesta situação o potencial medido será praticamente o potencial de reação do cátodo, algo em torno de $+150\text{mV}$ ou maior e, portanto, estas interfaces ainda não foram afetadas pela corrosão.

CÉLULA II

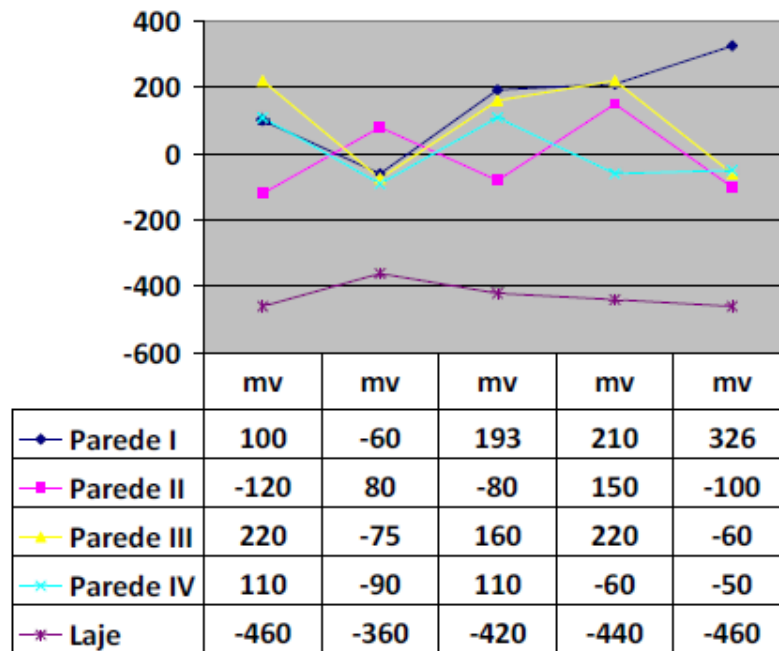


Fig. 2 – Resultados do ensaio de potencial de corrosão na célula n° 2

Por meio do ensaio, foi possível observar que as armaduras da área interna das células estão estáveis, com baixa probabilidade de corrosão, até porque há baixa difusão de oxigênio. Já a laje, apresenta um potencial evidente de corrosão por cloretos (gás cloro). Constatou-se que a corrosão está em regiões localizadas, com áreas catódicas e anódicas bem separadas. De um modo geral a laje está com corrosões por pites, e com alta probabilidade de corrosão, ou seja, uma corrosão localizada que causa redução da seção do aço, espalhando-se ao longo da armadura conforme demonstra a Figura 3. Já as corrosões externas são decorrentes da infiltração de água pelas trincas e/ou fissuras reagindo com dióxido de carbono.

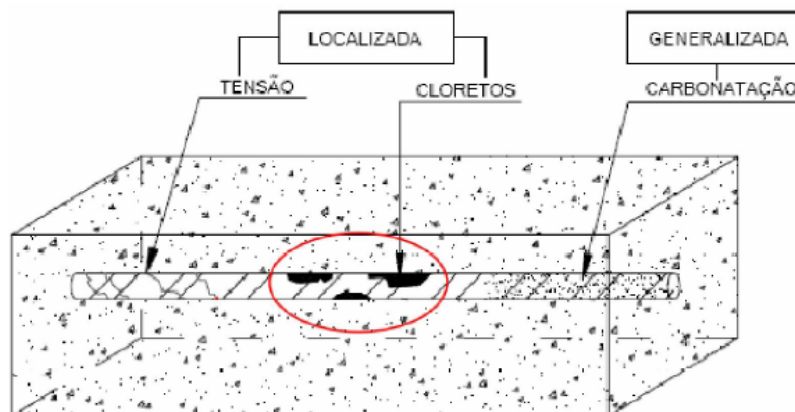


Fig. 3 – Desenho esquemático de corrosão por pites

A semi-pilha nos dá uma indicação momentânea do equilíbrio existente no estado da corrosão ao longo das armaduras, que muda, efetivamente, à medida que a umidade e outros fatores são alterados. Todo e qualquer processo de corrosão deflagrado ao longo das armaduras será detectado pelos potenciais da semi-pilha, exceto se este processo seja ainda insipiente.

5. Procedimentos de terapia para a estrutura de concreto armado e impermeabilização

Com as inspeções feitas nos reservatórios, e a partir dos dados de campo obtidos, bem como dos ensaios e das avaliações e comentários anteriores, foi possível entender as ocorrências das manifestações patológicas e propor os procedimentos de terapia para as necessidades em questão, conforme a seguir descritos.

5.1. Terapia das estruturas de concreto armado

Todo o concreto e armadura degradados, foram escarificados até se chegar ao concreto são e firme, seguido de teste com fenolftaleína para verificação da alcalinidade no local do concreto escarificado e se todo o concreto carbonatado foi removido.

Foi executado hidrojateamento com pressão de 4.000 libras sobre todo o concreto dos reservatórios para limpeza e remoção de sujeiras e partes soltas, e hidratação do concreto.

As armaduras que se apresentavam com mais de 10% de sua seção corroídas, foram substituídas, com emendas por traspasse e ancoradas com adesivos epóxi ao concreto dos reservatórios. As armaduras corroídas, com perda de seção inferior à 10%, foram limpas por escovações e lixamentos até ficarem livres de resíduos de oxidações.

Posteriormente, sobre todas as armaduras devidamente limpas e/ou substituídas, foi aplicado inibidor de corrosão monocomponente de base cimentícia, em duas demãos, com intervalos de 4 horas.

Na sequência, foi aplicado ponte de aderência cimentícia monocomponente sobre concreto saturado-seco e sobre o aço e sobre a ponte de aderência ainda recém aplicada, foi feito o preenchimento dos espaços escarificados do concreto com argamassa de reparo polimérica monocomponente para concreto, que recebeu cura úmida por três dias com água limpa.

Na figura 4 e 5 pode-se ver o preparo do substrato e a aplicação da argamassa de reparo e, na Figura 6, a sequência das etapas de reparo.



Fig. 4 e 5 – Aplicação de argamassa polimérica de reparo (Fonte: Google)

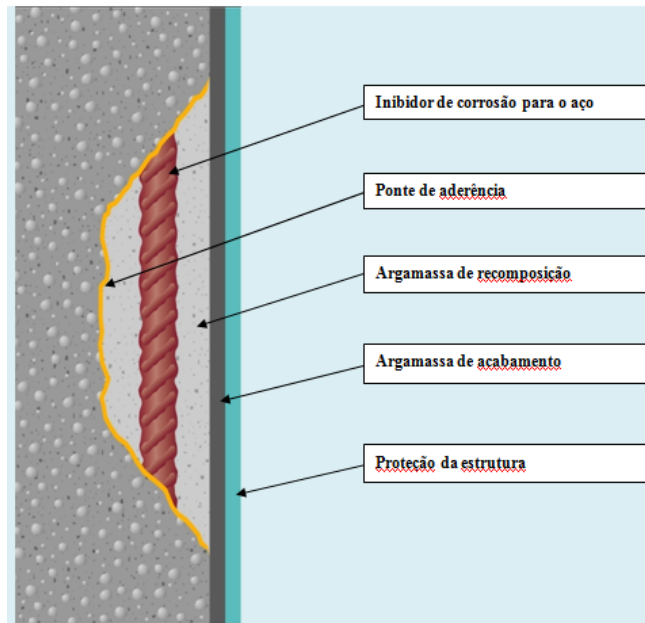


Fig. 6 – Desenho esquemático das etapas do reparo

As fissuras e trincas que apresentavam vazamentos e fluxo de água, receberam tratamento com injeção com espuma e gel de poliuretano hidratados, por meio de instalações de bicos de perfurações, conforme Figura 7 a seguir e, a Figura 8, mostra um ponto do reservatório após a aplicação da injeção.



Fig. 7 – Imagens do processo de injeção em fissuras e trincas (Fonte: Google)



Fig. 8 – Ponto da parede do reservatório após injeção para selamento de trinca
Toda a área de concreto externo dos reservatórios foi lixada com disco diamantado para remoção de pinturas antigas e remoção de fuligem e impregnações do intemperismo, bem como para a remoção da nata superficial do concreto e abertura da porosidade, seguido de hidrojateados com pressão de 4.000 libras, como preparo do substrato para a aplicação de realcalinização e silicatização do concreto, aplicado com bomba pulverizadora, em três demão de realcalinizante, com consumo de 250gr/m²/demão, e mais duas demão de silicatizante com pulverizador, com consumo de 250gr/m²/demão (Figura 9).



Fig. 9 – Parede externa do reservatório preparada para a realcalinização e silicatização do concreto

5.2. Impermeabilização das paredes internas do reservatório

5.2.1. Descrição do sistema– Membrana de Polímero Acrílico com Cimento

O sistema foi aplicado para as áreas expostas ao contato permanente com água, sendo composto por 2 componentes e aplicado em 3 etapas, sobre os substratos devidamente reparados.

5.2.2. Preparação da superfície

O substrato de concreto recebeu limpeza previa para ficar livre de partículas soltas, poeira, óleos, nata de cimento e outros agentes contaminantes. A superfície de concreto foi testada à aderência ao esforço de arrancamento para verificação da resistência ao arranque maior do que 1,5 MPa.

Para a aplicação do impermeabilizando os cantos com ângulos agudos foram arredondados de forma a distribuir os esforços e assegurar a espessura necessária do revestimento nesses pontos.

5.2.3. Mistura da Argamassa Impermeabilizante

A parte em pó foi adicionado ao líquido na proporção da mistura recomendada pelo fabricante (5 partes de pó para 2 partes de líquido em peso) até se conseguir uma argamassa homogênea com o uso de misturadores mecânicos de baixa rotação. Não é permitida a mistura manual ou de pequenas quantidades. O produto deve ser misturado por pelo menos 5 minutos.

5.2.4. Primer

Primeiramente deve ser aplicado como um primer para fechar os poros do substrato e receber as camadas subsequentes.

O primer deve ser aplicado com uma desempenadeira de borracha rígida ou, pode ser projetado, entretanto, neste caso, a superfície deve ser alisada após a projeção.

5.2.5. Revestimento

Após um tempo de espera de pelo menos 4 horas, foi aplicada a primeira demão com spray (pistola de texturado). A segunda demão foi aplicada após o tempo de espera entre as demãos, de no mínimo 12 horas. A espessura máxima por demão foi de 2 mm e a espessura total do revestimento no máximo 4 mm.

5.2.6. Acabamento

O acabamento não deve ser desempenado e foi ser deixado sem acabamento.

5.3. Impermeabilização da laje de cobertura

Após limpeza superficial da laje de cobertura com hidrojateamento e regularização de pontos de empoçamentos, e arredondamento de rodapés com argamassas de reparos, foi aplicado revestimento impermeabilizante com Membrana de Polímero acrílico flexível impermeável com alto teor de sólidos com consumo de 1,0 kg/m², em forma de pinturas sucessivas com quatro demãos. Esse revestimento aplicado foi na cor concreto, sendo resistente às intempéries e transito de pedestres, não necessitando de proteção mecânica, além de oferecer garantia de durabilidade e diminuir as influencias de variações de temperaturas nas lajes (Fig. 10).



Fig. 10 – Laje do reservatório após impermeabilização

5.4. Pintura de inserts metálicos, tubulações e escadas

O substrato de aço carbono e galvanizado de inserts, escadas e tubulações que seriam instalados no interior do reservatório, deveriam estar íntegros, o que pôde ser obtido pelo seguinte procedimento:

- Limpeza do substrato com solução desengraxante – este processo é de fundamental importância, para garantir o desempenho do sistema de revestimento a ser aplicado;
- Aplicação de uma demão de Shop Primer, para promover a aderência do revestimento ao substrato, em 1 demão;
- Aplicação de revestimento epóxi, bicomponente de alta espessura para melhor desempenho do revestimento de acabamento;



- Aplicação de acabamento epóxi modificado bicomponente, de alta espessura, curado com poliamina, para contato com água potável.

6. Conclusão

É importante salientar que todo o processo preliminar de inspeção e ensaios, foi fundamental para que a indicação e especificação dos materiais e procedimentos de recuperação estrutural e impermeabilização do reservatório, fossem efetivos.

Atualmente, o Reservatório Central de Distribuição de Águas do DAAE, do município de Rio Claro – SP, se encontra em operação e sem as perdas de água que o acometiam em função dos vazamentos que existiam, ou seja, os sistemas de recuperação e impermeabilização adotados possibilitaram, além de um significativo acréscimo à sua vida útil (desde que sejam realizadas as devidas manutenções), o seu funcionamento de maneira ecologicamente correta.

7. Referências bibliográficas

ABNT NBR 5674:1999 Manutenção de Edifícios – Procedimentos.

ABNT NBR 9574: 2008 Execução de Impermeabilização.

ABNT NBR 9575: 2003 Projetos e Soluções para Impermeabilização.

ABNT NBR 12.170:1992 Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização.

ABNT NBR 13.321: 2008 – Membrana Acrílica para Impermeabilização.

ABNT NBR 15.575 : 2012 Norma de Desempenho e Durabilidade.

ABNT NBR 15.885:2010 – Membrana de Polímero Acrílico com Cimento.

CEN CE 1504 Reparos e Proteção de Estruturas de Concreto.

PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004 Potabilidade da Água para Consumo Humano - Ministério da Saúde.

Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto – PINI – Edição 1 de abril/2009

<http://www.consultoriaeanalise.com/2012/06/sistema-de-injecao-de-resinas-base.html>

<http://www.google.com.br/>

Agradecimentos

Agradecemos ao Departamento de Engenharia do DAAE de Rio Claro pela autorização da divulgação desse trabalho, e pela seriedade com que tratou a coisa pública, contratando e permitindo a realização de um trabalho completo e tecnicamente perfeito a partir da identificação das manifestações patológicas, e com a determinação dos procedimentos de terapia, para a recuperação das condições de impermeabilidade e estanqueidade dos reservatórios.

Agradecemos à Lap Power e aos seus profissionais que trabalharam conosco nos ensaios de campo e de laboratório, que nos permitiram conhecer as manifestações patológicas e seus efeitos, para assim desenvolvermos os procedimentos de terapia.

Agradecemos a Athena Engenharia que executou os serviços por nós especificados, e licitados pelo DAAE de Rio Claro, com total observância aos projetos e normas vigentes, com rara competência técnica.

Agradecemos por fim a Apoena Engenharia que fez a fiscalização da obra licitada pelo DAAE de Rio Claro, garantindo a execução dos mesmos com qualidade, observando as especificações e procedimentos determinados em projeto.