

## INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de preservar as estruturas em boas condições de operacionalidade tem despertado o interesse no campo da reabilitação.

Cada vez mais os diferentes tipos de estrutura ganham importância nas nossas vidas. Sabemos que todo é efêmero, com o seu tempo e duração. Desta forma a reabilitação de estruturas tem vindo a ganhar um lugar relevante no ramo da construção, de tal modo que suscita a investigação e o desenvolvimento de novas técnicas e equipamentos.

## PARTE RETIRADA DA MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Independentemente do mau estado de conservação das infra-estruturas existem, na actualidade, soluções no campo da reabilitação. Alguns tipos de infra-estruturas que pela sua utilidade e manutenção das boas condições de operacionalidade levam à necessidade de criar soluções de reabilitação urgentes e interessantes. Como exemplo dessas infra-estruturas que presentemente estão a ser alvo de várias intervenções são os reservatórios de armazenamento de água potável. Quer para abastecimento a populações ou para fornecimento a instalações específicas, o seu mau estado de conservação prejudica a sua operacionalidade e afecta de sobremaneira aqueles, que deles devem beneficiar.

Trata-se de um depósito de água elevado com uma capacidade de 160.000 L que tem por função o armazenamento de água potável, para compensar eventuais falhas por parte do abastecimento público de água.

Esta obra consistia numa reabilitação estrutural, do depósito de água construído na década de 80 e composto por elementos de betão armado. Do depósito fazem parte as paredes envolventes superior – situada acima da viga; e inferior – parede inclinada abaixo da viga; e a restante estrutura que suporta o reservatório (pilares e viga de coroamento).



*Figura 1 – Depósito de água. A Figura é a da memória descritiva e a que está assinalada no desenho 1.*

## PATOLOGIAS

Foi detectado na Infra-estrutura, nomeadamente na parede envolvente inferior, um elevado estado de degradação, necessitando de uma intervenção que lhe permita funcionar como depósito. As patologias detectadas nos elementos estruturais consistiam na oxidação das armaduras e conseqüente perda da secção, que em determinados casos chegou a ser superior a 50% da secção original, na desagregação do betão por falta de ligante, em “chochos” e “ninhos de inertes” resultantes de uma deficiente betonagem e nas armaduras que se encontravam sem o recobrimento mínimo exigível.



*Figura 2 – Viga de coroamento, armaduras visíveis pelo interior;*



*Figura 3 - Desagregação do betão na parede envolvente inferior;*



*Figura 4 - "Chocos", "nichos de inertes" e armaduras oxidadas;*

Os maiores problemas relacionados com a impermeabilidade eram decorrentes de juntas construtivas, facilmente visíveis pelo exterior e de remates a tubos, que se encontravam em imperfeitas condições, sendo denunciadas por perdas significativas de água. Pudemos ainda verificar a existência de zonas indiscriminadas na superfície corrente, de onde se constatou ocorrerem infiltrações devido há menor capacidade do betão nestes pontos. No tecto, problemas decorrentes de condensações de água, geravam já corrosão nas armaduras da laje, cujo efeito seria proveniente da falta de impermeabilização adequada da cobertura.

## PROJECTO

A proposta de intervenção consistia numa primeira fase, na recuperação das paredes envolventes do reservatório em todo o perímetro da viga de coroamento e sob esta pontualmente, visto serem as zonas em pior estado de conservação. Posteriormente, na segunda fase, o ênfase foi depositado no reforço estrutural, realizando-se encamisamento do depósito, pelo seu interior, atribuindo desta forma a capacidade de absorção de todas as cargas transmitidas pela pressão hidrostática. Finalmente seguiu-se o tratamento generalizado das superfícies exteriores do depósito, através da remoção de todo o material que não apresentava capacidade resistente, e o tratamento das armaduras que ficariam à vista, onde seria necessário a aplicação de pintura.

Todas as acções consideradas respeitam as normas previstas no Regulamento de Segurança e acções em Edifícios e Pontes, sendo:

a) Acções permanentes

- Peso específico do betão armado.....25,0 KN/m<sup>3</sup>

b) Acções variáveis (sobrecargas)

- Peso específico da água.....10,0 KN/m<sup>3</sup>

---

*Determinação de cargas transmitidas à parede do reservatório*

$$P = g \cdot h \cdot \gamma$$

P – pressão hidrostática;

g – aceleração da gravidade;

h – altura da gravidade;

$\gamma$  – densidade específica da água.

## INTERVENÇÃO

---

*Paredes do reservatório junto à viga de coroamento*

Primeiramente de modo a estabelecer e manter as condições de segurança, iniciou-se pela aplicação de tirantes para equilíbrio da estrutura no decorrer dos trabalhos. Ajustaram-se os tirantes de forma alternada e faseada. Os tirantes eram constituídos por varões lisos de diâmetro 12, roscado nas extremidades para aperto sobre chapa de aço quadrangular, com uma espessura 15 mm e de lado 200 mm com furo central de diâmetro de 14 mm. Para colocação dos tirantes no berço do reservatório as furações foram feitas à rotação, sem percussão.



*Figura 5 – Tirantes atravessando o fuste do depósito;*



*Figura 6 – Amarração dum tirante;*

De seguida iniciou-se a reparação de zonas pontuais na parede envolvente inferior, por baixo da viga de coroamento, que consistiram no saneamento do betão envolvente às armaduras que se encontravam à vista, denunciadas por oxidação devido à insuficiência de recobrimento, a betão de má qualidade, e/ou mal aplicado. A oxidação das armaduras foi eliminada por meio de jacto ou por escovagem, até o aço se apresentar limpo e sem vestígios de corrosão. A tarefa subsequente consistiu na aplicação de produto de protecção anticorrosivo, à base de cimento e resina epoxi modificada, e a reposição das secções com argamassa de reparação tixotrópica, com uma resistência à compressão que pode atingir os 60 MPa.



*Figura 16 – Protecção das armaduras e aplicação de argamassa de reparação*

Subsequentemente iniciou-se a reparação faseada da parede envolvente superior, em todo o perímetro adjacente à viga de coroamento. Este processo consistiu na criação de aberturas

executadas em troços de 1,40 m simétricos uns aos outros, de modo a manter o equilíbrio estrutural do depósito executando-se em ambas as faces de alturas aproximadas de 0,70 m. Saliente-se que a largura da parede do depósito era de 0,16 m, com um perímetro exterior de aproximadamente 25,20 m. De seguida procedeu-se de forma análoga ao utilizado na parede envolvente inferior, para o tratamento de protecção anticorrosão das armaduras, as quais foram complementadas com varões adicionais amarrados a todos os existentes.

O tratamento das armaduras foi seguido pela criação de cofragens, de forma a iniciar o enchimento das aberturas criadas com uma argamassa de reparação monocomponente, de retracção controlada, à base de cimento do género "Grout" com seixo rolado humedecido com 1/10 de diâmetro da menor espessura da parede do reservatório.



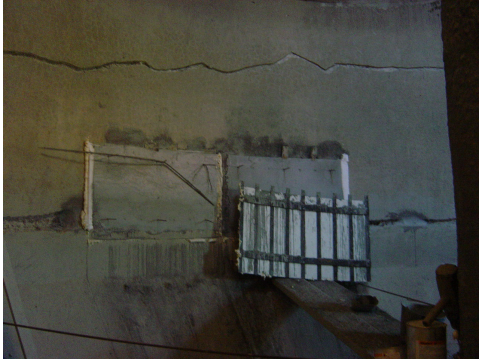
*Figura 7 – Abertura adjacente à viga de coroamento;*



*Figura 8 – Completação com varões adicionais;*



*Figura 9 – Colocação de cofragem;*



*Figura 10 – Enchimento dos vazios criados.*

---

*Realização do encamisamento do depósito pelo seu interior*

A etapa seguinte consistiu no encamisamento do depósito, pelo seu interior, através da projecção de betão sobre as armações de aço, antecedidas de tarefas preparatórias. Principiou-se a preparação pela decapagem das superfícies através de jacto de areia, seguido de lavagem com jacto de água simples.

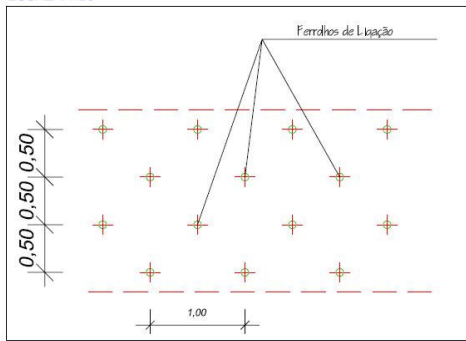


*Figura 11 – Lavagem a jacto de água simples;*

Após estes actos procedeu-se à colocação no interior do reservatório, de malha ortogonal, com armadura superior e inferior, no berço da estrutura até ao envolvimento da viga de coroamento, constituída por varões de diâmetro de 10 mm espaçados entre si por 0,15 m em aço A400NR, com fixação através de ferrolhos em aço A400NR, com diâmetro de 12 mm. Na parede envolvente superior e parede do fuste dispôs-se uma malha ortogonal, constituída por varões de diâmetro de 8 mm espaçados entre si por 0,15 m em aço A400NR, com fixação análoga à anterior. Os ferrolhos foram chumbados com resina epoxi e além da função de posicionamento dos varões constituintes das malhas, também permitiram ancorar e solidarizar a parte velha, à nova.

### APLICAÇÃO DOS FERROLHOS DE LIGAÇÃO

ESCALA 1:20



*Figuras 12 –Disposição dos ferrolhos em aço*

Finalmente foi efectuada a colocação de betão projectado *C30/37 (B35)* em conjunto com fibras multifilamento de polipropileno, com a finalidade de aumentar a durabilidade e evitar a fissuração. No berço da estrutura, o betão projectado foi aplicado em camadas sucessivas sobre a armação de aço A400NR, garantindo um recobrimento de armaduras de 3cm. Nas paredes interiores utilizou-se o mesmo processo até obter-se uma espessura de cerca de 0,06 m.



*Figura 13 – Aspecto do betão, após projecção*

Concluída a projecção do betão efectuou-se a reparação de fissuras através da injeção de resinas epoxi de elevadas resistências, fluidas de baixa viscosidade, na parede envolvente superior, processo esse efectuado pelo exterior. Este processo além de selar as fissuras, permitiu colmatar possíveis vazios que tenham ocorrido durante a projecção do betão e reforçar a ligação entre a estrutura velha e nova.





*Figura 14 – Furação para colocação de injectores;*



*Figura 15 – Distribuição dos injectores ao longo duma fissura.*

Após a cura do betão procedeu-se ao alívio gradual dos tirantes e à sua remoção faseada, sob o adequado controle de deformações.

---

#### *Tratamento das superfícies exteriores e outros*

As paredes exteriores do depósito foram limpas e preparadas, incluindo a eliminação de todas as substâncias indesejáveis, visíveis na superfície do betão a reparar. Os métodos anteriormente referidos foram aplicados conjuntamente com a utilização de uma argamassa de reparação tipo "Grout", numa área representativa de 50% do valor do reservatório.

Para finalizar foi aplicado uma pintura com tinta acrílica especial, de excelente resistência à exposição ambiental, aos alcalis e ao envelhecimento, sendo o reservatório de água alvo ainda de aplicação de impermeabilização, pelo interior, utilizando uma argamassa cimentícia elástica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abonando o presente, instamos pela valorização das infra-estruturas existentes, mantendo-as operacionais. No geral a reabilitação e em particular, este género de infra-estruturas que tenham como função servir as populações, torna-se uma necessidade primordial. A cada vez maior necessidade de manutenção leva ao despontar de novas e interessantes técnicas, de modo a converter o infrutífero em algo útil e funcional.

João Diogo

Técnico de Obra

joao.diogo@sotecnisol.pt

[Sotecnisol Engenharia e Reabilitação](#)

[www.sotecnisol.pt](http://www.sotecnisol.pt)