

**RELATÓRIO TÉCNICO PARA AVALIAÇÃO DAS
PATOLOGIAS EXISTENTES NOS QUATRO (04)
RESERVATÓRIOS ENTERRADOS NO SUBSOLO DO
TEATRO DE ARENA DA UNICAMP - CIDADE
UNIVERSITÁRIA CAMPINAS/SP.**

REVISÃO 02

Abril – 2019

ÍNDICE ANALÍTICO

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 | OBJETIVO..... | 8 |
| 3 | CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO | 8 |
| 4 | VISTORIA REALIZADA NO LOCAL | 12 |
| 4.1 | RESERVATÓRIO 1 (FOTOGRAFIAS)..... | 13 |
| 4.2 | RESERVATÓRIO 2 (FOTOGRAFIAS)..... | 15 |
| 4.3 | RESERVATÓRIO 3 (FOTOGRAFIAS)..... | 16 |
| 4.4 | RESERVATÓRIO 4 (FOTOGRAFIAS)..... | 18 |
| 4.5 | CONSTATAÇÕES NOS RESERVATÓRIOS NA PARTE INTERNA | 20 |
| 4.6 | CASA DE BOMBAS (FOTOGRAFIAS) | 21 |
| 4.7 | LAJE EXTERNA DE COBERTURA DOS RESERVATORIOS E CASA DE BOMBAS (TEATRO DE ARENA) - FOTOGRAFIAS | 22 |
| 5 | NECESSIDADE DE IMPERMEABILIDADE, ESTAQUEIDADE E PROTEÇÃO ANTICORROSIVA. | 26 |
| 6 | ILUSTRAÇÃO DE DESPASIVAÇÃO..... | 27 |
| 7 | PROCEDIMENTOS PARA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DOS RESERVATÓRIOS | 28 |
| 7.1 | Recuperação das Trincas e Fissuras | 28 |
| 7.2 | Recuperação do Recobrimento da Ferragem da Laje Interna..... | 35 |
| 8 | PROCEDIMENTOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO INTERNA DO RESERVATÓRIO | 39 |
| 8.1 | Revestimento Elastomérico Acrílico com Cimento | 40 |
| 9 | IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE DE COBERTURA (EXTERNA) | 42 |
| 10 | SUBSTITUIÇÃO DAS TUBULAÇÕES EXISTENTES NO RESERVATÓRIO..... | 45 |
| 11 | CONCLUSÃO | 46 |
| 12 | BIBLIOGRAFIA..... | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Planta de cobertura dos Reservatórios Enterrados no Subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP | 9 |
| Figura 2 - Conjunto dos quatro (04) Reservatórios Enterrados no Subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP | 10 |
| Figura 3 - Módulo de cada Reservatório Enterrado no Subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP | 11 |
| Figura 4 - Casa das Bombas (estação elevatória de água tratada) | 12 |
| Figura 5. Pontos de armadura exposta com oxidação e carbonatação na laje interna..... | 13 |
| Figura 6. Pontos de carbonatação e formação de estalactites na laje interna..... | 13 |
| Figura 7. Pontos de armadura exposta com oxidação e carbonatação na laje interna..... | 13 |
| Figura 8. Pontos de carbonatação e formação de estalactites na laje interna..... | 13 |
| Figura 9. Coluna interna sem a presença de problemas estruturais | 14 |
| Figura 10. Coluna interna sem a presença de problemas estruturais | 14 |
| Figura 11. Armadura exposta na laje com oxidação | 14 |
| Figura 12. Muitos pontos de armadura expostos no teto com oxidação e pontos de carbonatação do concreto | 15 |
| Figura 13. Tubulação de entrada de água oxidada | 15 |
| Figura 14. Ponto de infiltração e deslocamento do revestimento interno | 15 |
| Figura 15. Coluna interna sem a presença de problemas estruturais | 15 |
| Figura 16. Ponto de perda do revestimento na base da coluna, sem a presença de problemas estruturais | 15 |
| Figura 17. Armadura exposta na laje com oxidação e coluna sem presença de problemas estruturais | 15 |
| Figura 18. Pontos de infiltração na junção das paredes internas com o teto do reservatório.... | 16 |
| Figura 19. Vista de coluna e laje interna com a armação exposta | 16 |

| | |
|--|----|
| Figura 20. Armadura exposta no teto (laje interna) com oxidação e coluna sem presença de problemas estruturais..... | 16 |
| Figura 21. Ponto de perda do revestimento na base da coluna, sem a presença de problemas estruturais | 17 |
| Figura 22. Detalhe de coluna e vigas estruturais com presença de armadura exposta..... | 17 |
| Figura 23. Pontos de armadura exposta | 17 |
| Figura 24. Armadura exposta e com presença de oxidação | 17 |
| Figura 25. Vista da base de uma coluna com ponto de perda do revestimento, sem a presença de problemas estruturais..... | 17 |
| Figura 26. Detalhe de uma coluna com ponto de perda do revestimento, sem a presença de problemas estruturais..... | 17 |
| Figura 27. Vista das colunas sem presença de danos estruturais, apenas perda de revestimento da estrutura | 18 |
| Figura 28. Trinca e presença de infiltração na laje interna | 18 |
| Figura 29. Trinca no teto (laje interna) com a presença de oxidação da armadura e carbonatação do concreto | 18 |
| Figura 30. Armadura exposta e com presença de oxidação | 18 |
| Figura 31. Armadura exposta e com presença de oxidação na laje interna | 19 |
| Figura 32. Pontos de fissura, deslocamento, infiltração e presença de estalactites (laje interna) | 19 |
| Figura 33. Presença de infiltração nas juntas de dilatação (paredes internas laterais)..... | 19 |
| Figura 34. Fissuras com presença de estalactites e armação exposta com oxidação (laje interna) | 19 |
| Figura 35. Visão geral do teto (laje interna) com armadura exposta com oxidação, fissuras, carbonatação e estalactites | 19 |
| Figura 36. Vista da junção de Colunas e Viga e presença de infiltração | 19 |
| Figura 37. Vista da entrada de inspeção do reservatório..... | 20 |
| Figura 38. Vista da junção de Colunas e Viga e presença de infiltração com carbonatação ... | 20 |

| | |
|--|----|
| Figura 39. Vista geral da casa de bombas (elevatória de água tratada) | 21 |
| Figura 40. Vista de parede com bolor e presença de água no chão..... | 21 |
| Figura 41. Ponto de Infiltração com marcas de ferrugem na parede..... | 21 |
| Figura 42. Vista das tubulações de entrada de água e extravasor de um reservatório | 21 |
| Figura 43. Vista dos conjuntos motor-bomba e infiltração na parede ao fundo | 21 |
| Figura 44. Vista das tubulações de entrada de água e extravasor de um reservatório | 21 |
| Figura 45. Marca de pontos de infiltração nas paredes da casa de bombas | 22 |
| Figura 46. Rampa de acesso a casa de bombas, detalhe de infiltração nas paredes externas dos reservatório enterrados | 22 |
| Figura 47. Vista com pontos de água parada na laje de cobertura dos reservatórios e casa de bombas | 22 |
| Figura 48. Detalhe da água parada sobre o teto da casa de bombas | 22 |
| Figura 49. Vista geral de uma das arquibancadas que está sobre os reservatórios | 23 |
| Figura 50. Presença de carbonatação no teto e infiltração no local da lâmpada | 23 |
| Figura 51. Pontos de bolor no revestimento..... | 23 |
| Figura 52. Presença de trinca na junção do degrau da arquibancada com aparecimento de vegetação..... | 23 |
| Figura 53. Presença de trinca e aparecimento de vegetação entre elas | 23 |
| Figura 54. Presença de fissuras nos degraus da escada..... | 23 |
| Figura 55. Presença de poças de água na laje dos reservatórios | 24 |
| Figura 56. Presença de água e crescimento de vegetação | 24 |
| Figura 57. Presença de área com umidade na laje dos reservatórios | 24 |
| Figura 58. Vista de uma das arquibancadas sobre o reservatório | 24 |
| Figura 59. Vista da laje da casa de bombas e entradas de ventilação abaixo..... | 24 |
| Figura 60. Presença de vegetação no degrau da arquibancada | 24 |
| Figura 61. Presença de trincas na laje | 25 |

| | |
|--|----|
| Figura 62. Vista do cento da área externa, local da laje da casa de bombas | 25 |
| Figura 63. Presença de trinca no degrau e deslocamento do revestimento | 25 |
| Figura 64. Presença de trinca e local com reparo no revestimento | 25 |
| Figura 65. Tubulação de drenagem de água pluvial..... | 25 |
| Figura 66. Vida Útil de Projeto | 27 |
| Figura 67. Perfil de Confiabilidade | 28 |
| Figura 68. Volumes ocupados pelos produtos de corrosão | 28 |
| Figura 69. Detalhe de colocação dos bicos de perfuração | 30 |
| Figura 70. Marcação dos Furos para aplicação do Poliuretano Hidroativado | 31 |
| Figura 71. Perfuração para colocação dos bicos de injeção 45° para aplicação do Poliuretano Hidroativado..... | 31 |
| Figura 72. Colocação dos bicos ao longo das fissuras para aplicação do Poliuretano Hidroativado..... | 31 |
| Figura 73. Aperto dos bicos para aplicação do Poliuretano Hidroativado..... | 31 |
| Figura 74. Detalhe da aplicação do poliuretano hidroativado..... | 33 |
| Figura 75. Detalhe da espuma de poliuretano hidroativado..... | 33 |
| Figura 76. Retirada do bico de aplicação | 33 |
| Figura 77. Reparo com argamassa cimentícia polimérica..... | 33 |
| Figura 78. Procedimentos e etapas para reparos no concreto de acordo com o descrito no procedimento | 38 |
| Figura 79. Remoção do revestimento até se expor todo concreto com o uso de ferramentas manuais..... | 38 |
| Figura 80. Remoção do revestimento até se expor todo concreto com o uso de ferramentas manuais..... | 38 |
| Figura 81. As armaduras deverão ser “liberadas” do concreto, por processo de corte e escarificação com ferramentas manuais | 39 |

| | |
|--|----|
| Figura 82. Limpeza de toda a oxidação das barras de aço restantes, por processo mecânico de lixamento manual e aplicação de produto inibidor de corrosão | 39 |
| Figura 83. Preparo da argamassa polimérica para reconstituir a espessura do concreto | 39 |
| Figura 84. Reconstituir a espessura do concreto de acordo com o determinado no projeto estrutural, com argamassa polimérica | 39 |
| Figura 85. Exemplo de aplicação de impermeabilizante por projeção proposto no presente trabalho..... | 40 |
| Figura 86. Detalhe de abertura de janela para substituição das tubulações. | 45 |

1 INTRODUÇÃO

O presente Relatório Técnico apresenta o levantamento das manifestações patológicas existente nas estruturas de concreto armado dos quatro (04) Reservatórios de Água existentes no subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP (Cidade Universitária – Campinas/SP). Cada um dos reservatórios possui capacidade de armazenamento igual a 600.000 litros.

O resultado desse relatório técnico visa orientar as recomendações dos trabalhos necessários para correção das não conformidades construtivas e posterior impermeabilização do mesmo, assim como as recomendações para que sejam providenciadas as manutenções futuras e a conservação geral das estruturas.

Dessa maneira, foram realizadas vistorias nos quatro (04) reservatórios durante os dias 11, 15 e 18 de janeiro de 2019. As referidas vistorias foram realizadas por responsáveis técnicos da Novaes Engenharia, sendo eles o Engº Estrutural Carlos João Perlatti (CREA/SP 060079789-4), o Engº Civil Guilherme Henrique Furini (CREA/SP 5069768417) e o Técnico Civil Wagner Saggioro Maddalena (CREA/SP 0645210412), e contou com a presença dos responsáveis técnicos da UNICAMP.

2 OBJETIVO

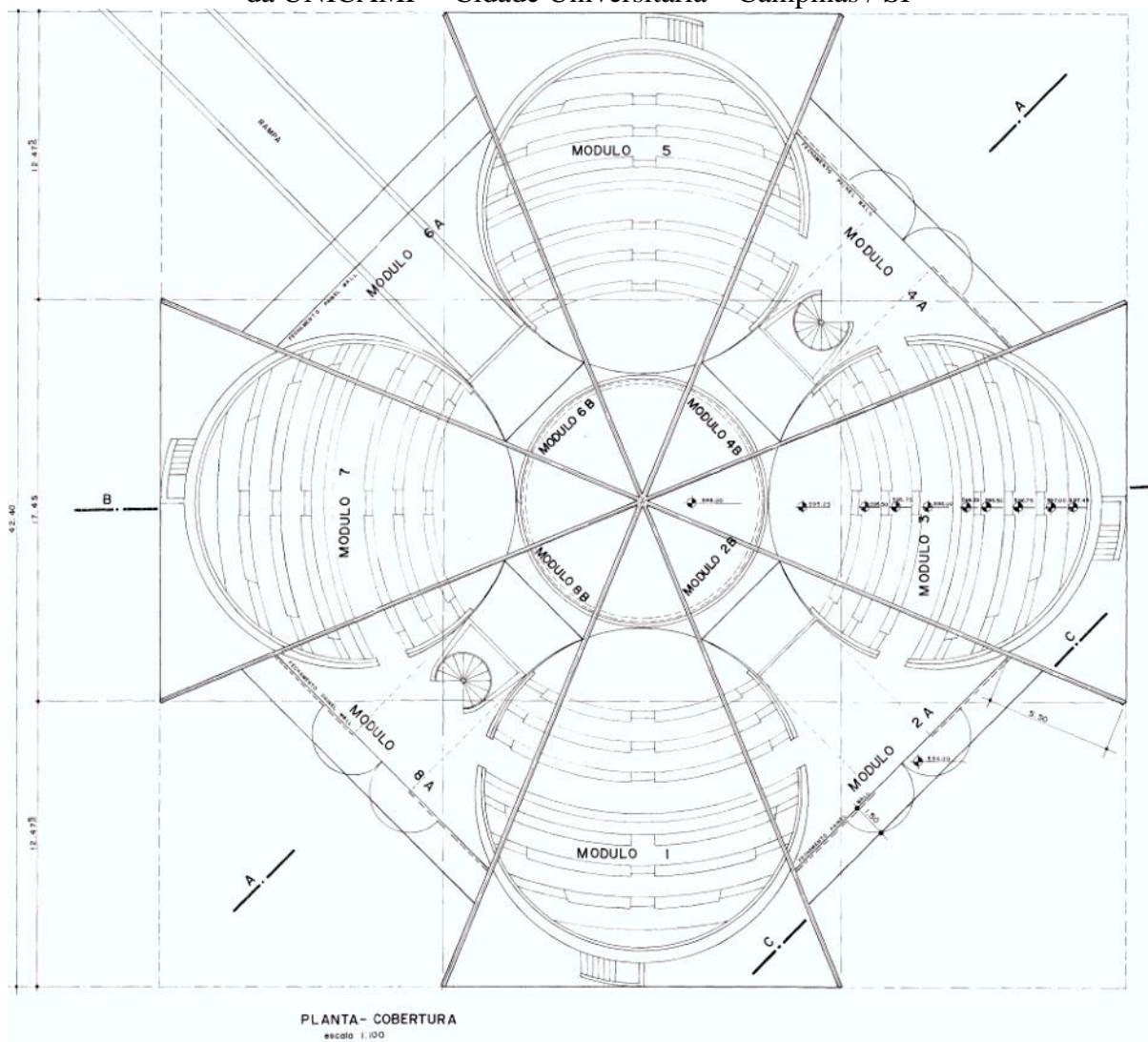
Esse Relatório Técnico tem como objetivo analisar o estado de conservação da camada de cobrimento das armaduras, no concreto armado, sendo apontadas as deficiências, bem como os procedimentos necessários para sua recuperação e posteriormente a aplicação de impermeabilização.

3 CARACTERÍSTICAS DO RESERVATÓRIO

Os quatro (04) reservatórios possuem formato circular e estão enterrados logo abaixo das escadas que constituem as arquibancadas do Teatro de Arena, cada um dos reservatórios possui capacidade de armazenamento igual a 600 m³.

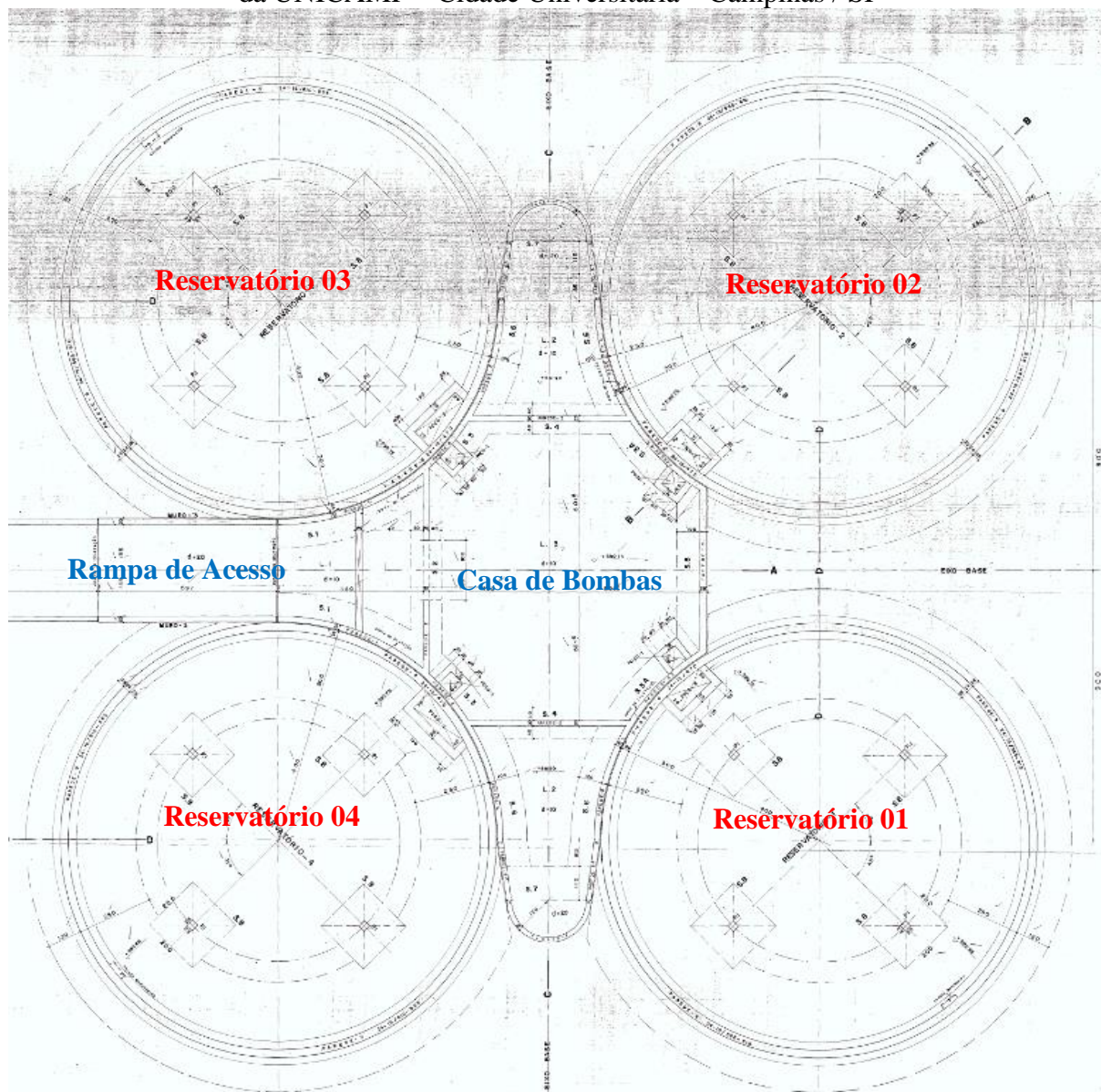
A seguir são apresentadas as figuras que ilustram os projetos construtivos dos quatro (04) reservatórios. Os referidos projetos foram fornecidos pela UNICAMP para que a Novaes Engenharia utilize suas informações.

Figura 1 - Planta de cobertura dos Reservatórios Enterrados no Subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP



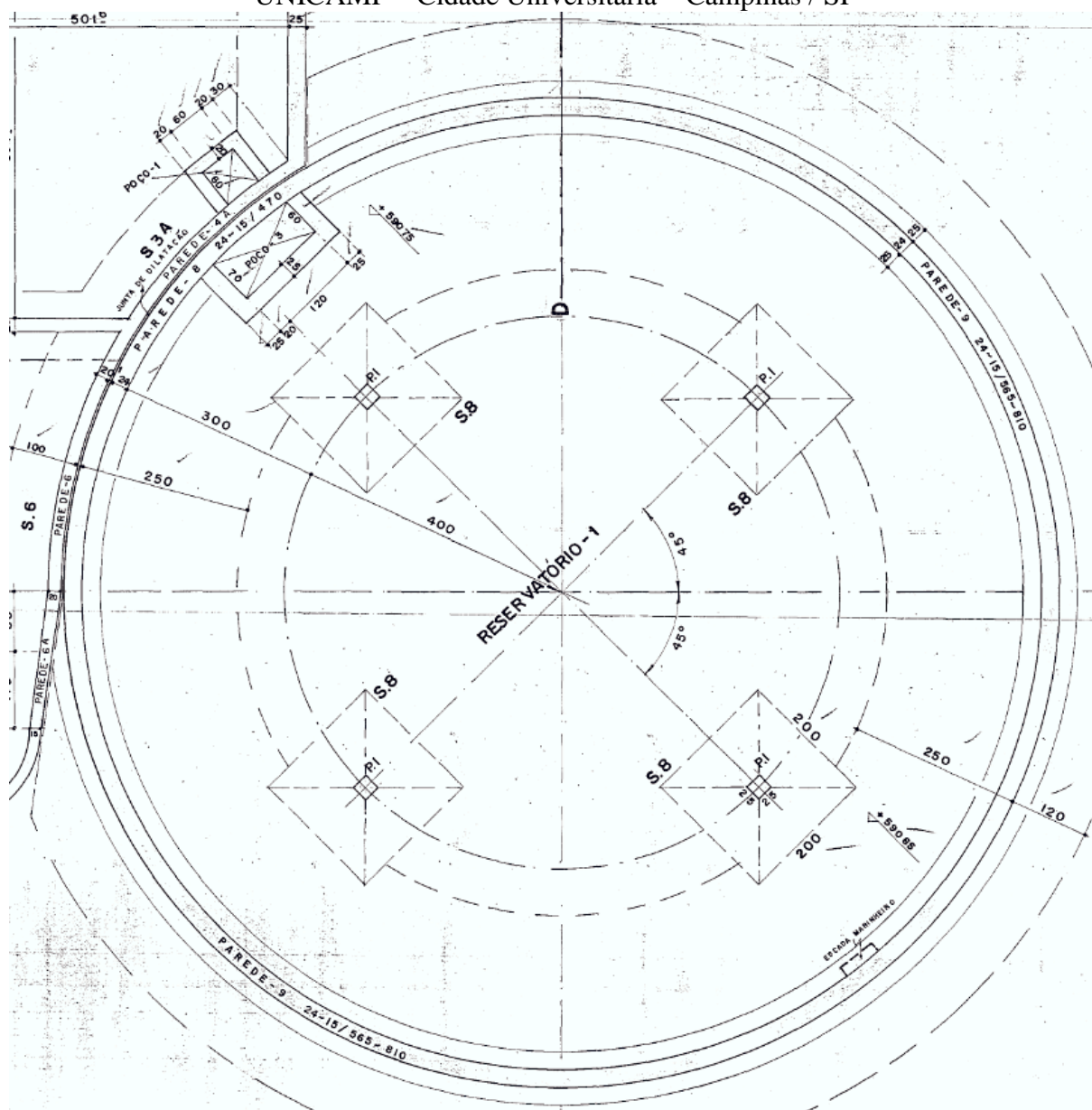
Fonte: Projetos fornecidos pela UNICAMP.

Figura 2 - Conjunto dos quatro (04) Reservatórios Enterrados no Subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP



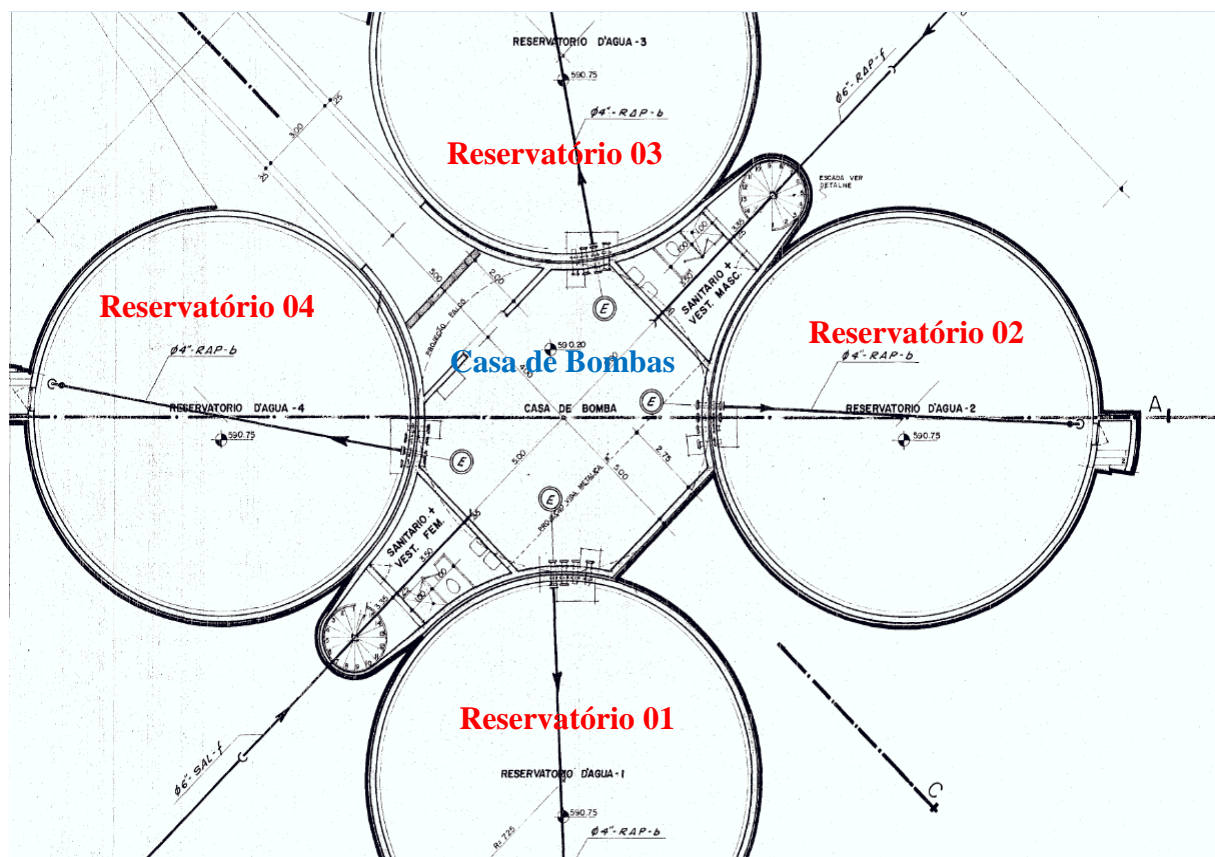
Fonte: Projetos fornecidos pela UNICAMP.

Figura 3 - Módulo de cada Reservatório Enterrado no Subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP



Fonte: Projetos fornecidos pela UNICAMP.

Figura 4 - Casa das Bombas (estação elevatória de água tratada)



Fonte: Projetos fornecidos pela UNICAMP.

4 VISTORIA REALIZADA NO LOCAL

De acordo com as visitas de inspeção realizadas *in loco*, foi possível levantar informações de campo a respeito dos quatro (04) reservatórios, as quais serão descritas na sequência, bem como foram identificadas as manifestações de patologias e não conformidades construtivas que também seguem relacionadas.

Os reservatórios em análise destinam-se ao armazenamento e distribuição de água tratada sendo construído em concreto armado, com paredes, lajes de fundo e lajes de cobertura. Todos quatro (04) reservatórios podem ser considerados enterrados no solo sobre fundação de estacas.

As lajes de cobertura de cada um dos quatro (04) reservatórios são sustentadas por quatro colunas, com vigamentos de distribuição de cargas.

Foi possível verificar nas paredes externas dos reservatórios a existência de fissuras colmatadas por carbonatação devido aos vazamentos permanentes, e fissuras que apresentam

desde umedecimentos até vazamentos de água com fluxo vindas do solo, quando em épocas de chuvas.

A metodologia de análise dos reservatórios foi baseada na constatação visual das patologias e registro fotográfico, o qual foi realizado nas áreas internas e externas dos reservatórios e da casa de bombas.

Na sequência são apresentadas fotografias obtidas durante as vistorias nos quatro reservatórios do tipo enterrado no subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP.

4.1 RESERVATÓRIO 1 (FOTOGRAFIAS)

Figura 5. Pontos de armadura exposta com oxidação e carbonatação na laje interna



Figura 6. Pontos de carbonatação e formação de estalactites na laje interna



Figura 7. Pontos de armadura exposta com oxidação e carbonatação na laje interna



Figura 8. Pontos de carbonatação e formação de estalactites na laje interna



Figura 9. Coluna interna sem a presença de problemas estruturais



Figura 10. Coluna interna sem a presença de problemas estruturais

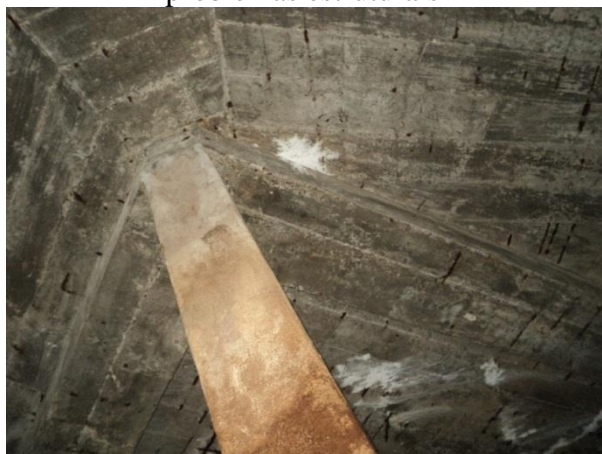


Figura 11. Armadura exposta na laje com oxidação



4.2 RESERVATÓRIO 2 (FOTOGRAFIAS)

Figura 12. Muitos pontos de armadura expostos no teto com oxidação e pontos de carbonatação do concreto



Figura 13. Tubulação de entrada de água oxidada



Figura 14. Ponto de infiltração e deslocamento do revestimento interno



Figura 15. Coluna interna sem a presença de problemas estruturais



Figura 16. Ponto de perda do revestimento na base da coluna, sem a presença de problemas estruturais



Figura 17. Armadura exposta na laje com oxidação e coluna sem presença de problemas estruturais



Figura 18. Pontos de infiltração na junção das paredes internas com o teto do reservatório



4.3 RESERVATÓRIO 3 (FOTOGRAFIAS)

Figura 19. Vista de coluna e laje interna com a armadura exposta



Figura 20. Armadura exposta no teto (laje interna) com oxidação e coluna sem presença de problemas estruturais



Figura 21. Ponto de perda do revestimento na base da coluna, sem a presença de problemas estruturais



Figura 22. Detalhe de coluna e vigas estruturais com presença de armadura exposta



Figura 23. Pontos de armadura exposta



Figura 24. Armadura exposta e com presença de oxidação

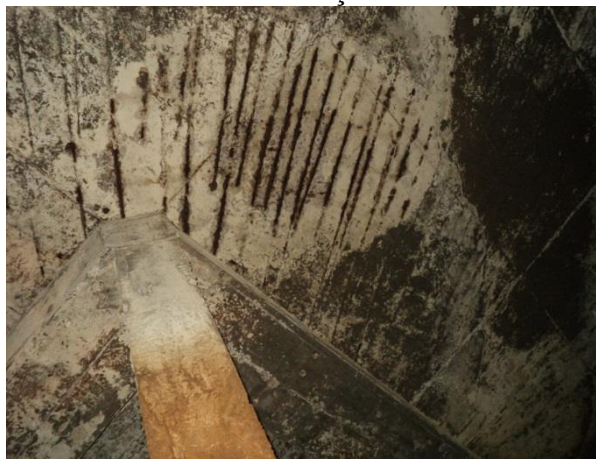


Figura 25. Vista da base de uma coluna com ponto de perda do revestimento, sem a presença de problemas estruturais



Figura 26. Detalhe de uma coluna com ponto de perda do revestimento, sem a presença de problemas estruturais



4.4 RESERVATÓRIO 4 (FOTOGRAFIAS)

Figura 27. Vista das colunas sem presença de danos estruturais, apenas perda de revestimento da estrutura



Figura 28. Trinca e presença de infiltração na laje interna



Figura 29. Trinca no teto (laje interna) com a presença de oxidação da armadura e carbonatação do concreto



Figura 30. Armadura exposta e com presença de oxidação



Figura 31. Armadura exposta e com presença de oxidação na laje interna



Figura 32. Pontos de fissura, deslocamento, infiltração e presença de estalactites (laje interna)



Figura 33. Presença de infiltração nas juntas de dilatação (paredes internas laterais)



Figura 34. Fissuras com presença de estalactites e armação exposta com oxidação (laje interna)

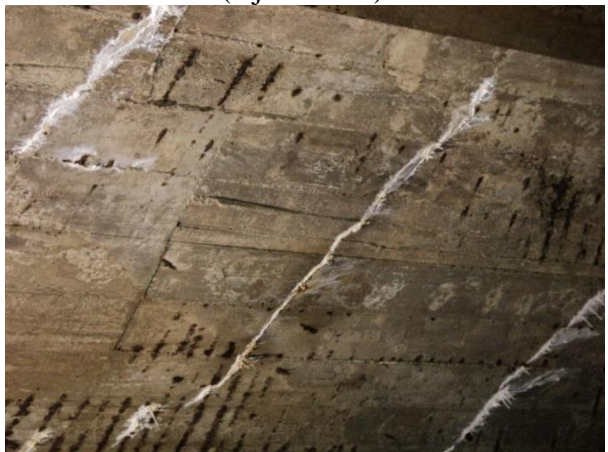


Figura 35. Visão geral do teto (laje interna) com armadura exposta com oxidação, fissuras, carbonatação e estalactites



Figura 36. Vista da junção de Colunas e Viga e presença de infiltração



Figura 37. Vista da entrada de inspeção do reservatório



Figura 38. Vista da junção de Colunas e Viga e presença de infiltração com carbonatação



4.5 CONSTATAÇÕES NOS RESERVATÓRIOS NA PARTE INTERNA

Na sequência são apresentadas as constatações evidenciadas na parte interna dos quatro reservatórios enterrados no subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP.

Não foram constatados recalques ou deslocamentos estruturais, somente trechos entre as paredes e lajes com fissuras causadas por dilatação térmica da laje do conjunto.

De modo geral a laje de cobertura/piso da arena, em toda sua extensão está com infiltrações, onde são mais acentuadas nos apoios das vigas travas e outros setores menos agressivos.

Foram constatadas armaduras expostas na laje interna dos reservatórios.

Foi possível constatar a necessidade de complementar o recobrimento mínimo de proteção das armaduras.

As armaduras, em vários setores, principalmente das lajes são mais acentuadas, com estado de despassivação e em uma região no Reservatório III foi possível constatar a oxidação em uma barra de aço que trabalha a compressão. As colunas de apoio na parte inferior de junção com a laje de fundo e sustentação do conjunto, algumas peças apresentam-se com grauteamento e deficiência de concreto envoltório. Assim, necessariamente toda a estrutura deverá passar por um processo de recuperação antes da impermeabilização.

4.6 CASA DE BOMBAS (FOTOGRAFIAS)

Figura 39. Vista geral da casa de bombas (elevatória de água tratada)



Figura 40. Vista de parede com bolor e presença de água no chão



Figura 41. Ponto de Infiltração com marcas de ferrugem na parede



Figura 42. Vista das tubulações de entrada de água e extravasor de um reservatório



Figura 43. Vista dos conjuntos motor-bomba e infiltração na parede ao fundo



Figura 44. Vista das tubulações de entrada de água e extravasor de um reservatório



Figura 45. Marca de pontos de infiltração nas paredes da casa de bombas



Figura 46. Rampa de acesso a casa de bombas, detalhe de infiltração nas paredes externas dos reservatório enterrados



Não foram encontradas lesões estruturais na estrutura da casa de bombas.

Com relação às infiltrações as mesmas são generalizadas na laje de cobertura e paredes em decorrência da deficiente impermeabilização.

4.7 LAJE EXTERNA DE COBERTURA DOS RESERVATORIOS E CASA DE BOMBAS (TEATRO DE ARENA) - FOTOGRAFIAS

Figura 47. Vista com pontos de água parada na laje de cobertura dos reservatórios e casa de bombas



Figura 48. Detalhe da água parada sobre o teto da casa de bombas



Figura 49. Vista geral de uma das arquibancadas que está sobre os reservatórios



Figura 50. Presença de carbonatação no teto e infiltração no local da lâmpada



Figura 51. Pontos de bolor no revestimento



Figura 52. Presença de trinca na junção do degrau da arquibancada com aparecimento de vegetação



Figura 53. Presença de trinca e aparecimento de vegetação entre elas



Figura 54. Presença de fissuras nos degraus da escada



Figura 55. Presença de poças de água na laje dos reservatórios



Figura 56. Presença de água e crescimento de vegetação



Figura 57. Presença de área com umidade na laje dos reservatórios



Figura 58. Vista de uma das arquibancadas sobre o reservatório



Figura 59. Vista da laje da casa de bombas e entradas de ventilação abaixo



Figura 60. Presença de vegetação no degrau da arquibancada



Figura 61. Presença de trincas na laje



Figura 62. Vista do cento da área externa, local da laje da casa de bombas



Figura 63. Presença de trinca no degrau e deslocamento do revestimento



Figura 64. Presença de trinca e local com reparo no revestimento



Figura 65. Tubulação de drenagem de água pluvial



Não foram constatadas lesões estruturais graves, sendo evidenciadas somente lesões estruturais em setores de muretas de alvenaria do entorno dos reservatórios, causadas pela dilatação térmica da laje do conjunto.

O piso da arena, em toda sua área é deficiente no escoamento das águas pluviais. A impermeabilização aponta que a vida útil desta está limitada, assim a camada de revestimento tipo granelite, em alguns setores já foram reparadas com massa de cimento e encontra-se com trincas generalizadas, com frestas que proporcionam crescimento de vegetação.

As fotos ilustram pontos de acúmulo de água, formações de poças, onde, parte tende a evaporar e as maiores infiltram-se para a laje. Tais acúmulos de água são em virtude da não existência de caimento para escoamento da água pluvial.

A recuperação desta área será de suma importância para prolongar a vida útil do conjunto, pois é a maior causa dos ataques na estrutura da laje, piso e cobertura do conjunto.

5 NECESSIDADE DE IMPERMEABILIDADE, ESTANQUEIDADE E PROTEÇÃO ANTICORROSIVA.

Todos os reservatórios utilizados para armazenamento de águas potáveis necessitam de impermeabilidade, estanqueidade e proteção anticorrosiva para sua estrutura, além de observar as normas de manutenção e higienização que garantam a qualidade da água tratada a ser distribuída à população.

A impermeabilidade é uma característica do material do qual é construído o reservatório, impermeabilidade essa que deve ser garantida pela aplicação de produtos auxiliares que complementem ou supram essa necessidade, se a mesma não for conseguida pelo sistema construtivo utilizado.

A estanqueidade é uma característica do reservatório que deve ser garantida pelo correto dimensionamento da sua estrutura, para que essa estrutura suporte as cargas dinâmicas e estáticas às quais o reservatório será submetido.

A proteção anticorrosiva para a estrutura do reservatório é conseguida pela aplicação de produtos que resistam às solicitações mecânicas de abrasão e de agressividade química da água, seus vapores, gases e produtos químicos nela presentes, proteção essa que dará condição de durabilidade ao reservatório, de maneira que se diminuam as necessidades de manutenções corretivas, para que também se mantenha a potabilidade da água neles armazenados, sem contaminações.

Para todas essas condições acima descritas devem ser empregados produtos compatíveis com aplicação para uso em águas potáveis, para consumo humano.

Todas essas condições acima somadas irão garantir que não haja perdas de águas tratadas armazenadas, assim como não haja sua contaminação, e perda de qualidade.

6 ILUSTRAÇÃO DE DESPASIVAÇÃO

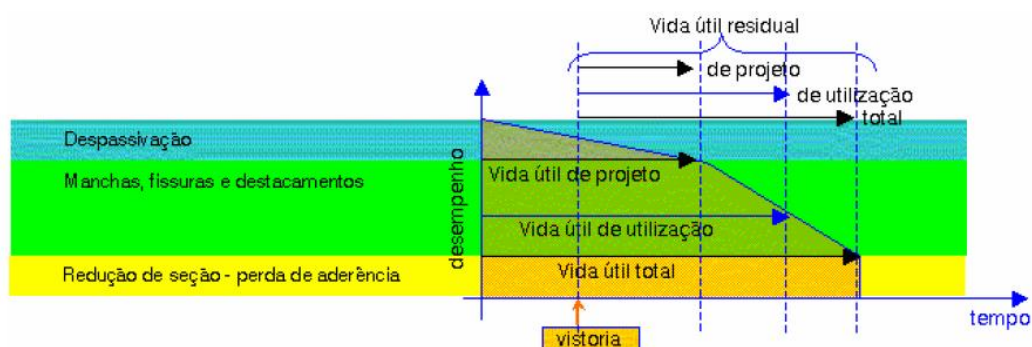
A carbonatação do concreto é uma patologia desencadeada a partir de um composto químico comum e decorre de fissuras que permitem a entrada de água no interior do concreto armado.

Mais especificamente, a carbonatação do concreto pode ser definida como um processo físico-químico entre o gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera e os compostos da pasta de cimento.

A partir daí, tem-se como resultado principal a precipitação do carbonato de cálcio (CaCO_3) em uma região do cobrimento, com a constituição de uma camada que passa a ter uma alcalinidade significativamente menor do que aquela não afetada por esse fenômeno.

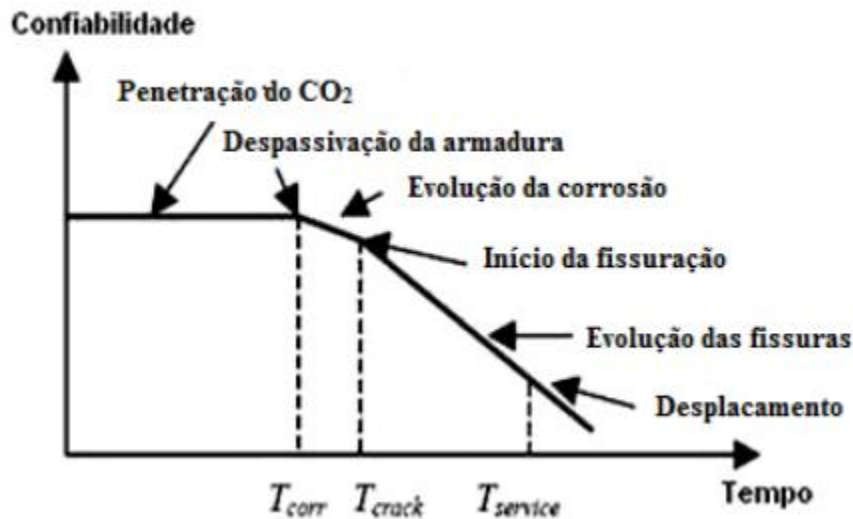
A carbonatação avança de fora para dentro no concreto, por meio de uma frente carbonatada. Quando atinge a profundidade das armaduras, provoca desestabilização da camada passiva protetora, propiciando, assim, o início da despassivação e avança para corrosão.

Figura 66. Vida Útil de Projeto



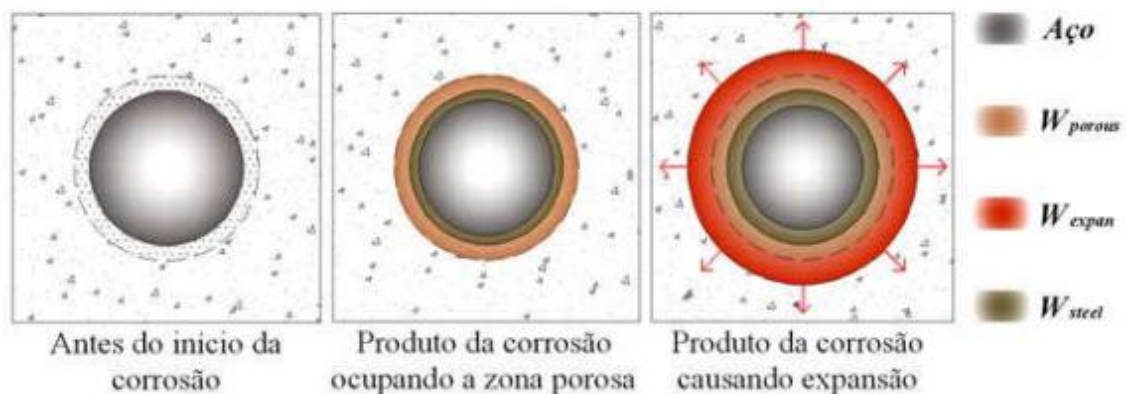
Fonte: Prática Recomendada (IBRACON 2003).

Figura 67. Perfil de Confiabilidade



Fonte: LORENSINI, 2006.

Figura 68. Volumes ocupados pelos produtos de corrosão



Fonte: LORENSINI, 2006.

7 PROCEDIMENTOS PARA RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DOS RESERVATÓRIOS

7.1 Recuperação das Trincas e Fissuras

Esse é o procedimento que está sendo proposto para eliminação das infiltrações de águas vindas do solo e da laje de cobertura dos reservatórios e da casa de bombas, para que sejam seladas as trincas e fissuras com ou sem presença de vazamentos de águas. Esse procedimento trata e sela definitivamente as fissuras e trincas, garantindo a impermeabilidade,

estanqueidade e proteção anticorrosiva para os locais tratados, porém, a estrutura e o substrato de concreto armado necessitam de serviços complementares, uma vez que as injeções de poliuretano aplicadas tratam somente o local, ou seja, as fissuras e trincas, não tratam e nem reparam o restante das patologias que foram encontradas e identificadas acima.

Esse procedimento que está sendo recomendando para o selamento das fissuras e trincas que apresentam vazamentos – Injeção de Poliuretano Hidroativado - garantem a qualidade das águas para consumo humano e seguem as normas EN 1504-5 e Portaria 2914 do Ministério da Saúde.

O serviço de injeção compreende a aplicação prévia de injeção de espuma de poliuretano hidroativado para tamponar os vazamentos de água que ocorrem pelas fissuras e trincas do substrato de concreto, devendo na sequência ser injetado no mesmo local o gel de poliuretano que fará o selamento final e definitivo dessas fissuras e trincas.

O escopo para os serviços de Injeção de Espuma e Gel de Poliuretano Hidroativados abrangem a preparação, a mistura e a injeção das resinas, em fissuras no concreto com espessuras superiores a 0,1 mm.

Observa-se que as fissuras com espessuras menores que 0,1mm geralmente não vazam, pois estão colmatadas pelo carbonato de cálcio.

Este procedimento deve ser lido em conjunto com a ficha técnica, ficha de segurança e literatura atualizada sobre o assunto fornecida pelo fabricante.

Somente empresas e aplicadores treinados e credenciados pelo fabricante, com competência para executar o serviço descrito acima, devem ser contratados para executá-los.

Os Equipamentos e Ferramentas necessários à execução dos trabalhos estão listados a seguir:

1. Bomba de injeção monocomponente, MC-Bauchemie MC-I 500;
2. Furadeira industrial de baixa rotação (200 rpm) com hélice misturadora não-metálica acoplada;
3. Brocas para concreto com 14 mm de diâmetro (fissuras em concreto);
4. Número suficiente de bicos de perfuração para a aplicação;
5. Desempenadeiras e espátulas metálicas;
6. Marreta;
7. Aspirador industrial para limpeza.

Os equipamentos a serem usados para a aplicação da espuma e do gel de poliuretano hidroativados devem estar em boas condições de uso de acordo com as especificações e recomendações gerais do fabricante.

Observa-se que a lista de equipamento acima é considerada a mínima requerida, a lista de ferramentas e equipamentos completa deve ser verificada com o fabricante.

Deve também estar disponível na obra um número suficiente de peças de reposição para garantir a continuidade do trabalho, em uma eventual falha do equipamento.

Para a execução dos serviços, devem-se garantir o fornecimento adequado de água limpa, compressor de ar limpo, isento de óleo, suficiente para bomba mono componente MC I 500 e fonte de energia.

Todos os materiais devem ter qualidade aprovada e atender aos requisitos para o tratamento, e devem ser estocados em locais seguros e protegidos de intempéries.

Solventes para limpeza e material de selamento devem estar disponíveis em quantidade suficiente para levar a obra dentro do cronograma, sem interrupção, o solvente de limpeza para resinas de injeção, espuma e gel de poliuretano são à base de thinner.

O aplicador contratado deve se reunir-se com a contratante e com o fabricante ou com um representante deste, para definir um cronograma de trabalho que minimize as interrupções para outros serviços e operações e permitir acesso seguro às áreas a serem injetadas.

Para a instalação dos bicos de perfuração, devem-se executar furos ao longo das trincas e fissuras, em um ângulo de 45° com a superfície de concreto, e tal maneira e profundidade que o furo intercepte a fissura na metade da espessura da parede a ser injetada. A distância da fissura aos furos corresponde à metade da espessura da parede. O espaçamento entre os furos é igual a espessura da parede e os bicos são instalados nos dois lados da fissura alternadamente.

Figura 69. Detalhe de colocação dos bicos de perfuração



Na sequência é apresentada ilustrações dos trabalhos de preparo, furação do concreto e fixação dos bicos de perfuração para os serviços de injeção de Poliuretano Hidroativado nas trincas e fissuras do reservatório

Figura 70. Marcação dos Furos para aplicação do Poliuretano Hidroativado



Figura 71. Perfuração para colocação dos bicos de injeção 45° para aplicação do Poliuretano Hidroativado



Figura 72. Colocação dos bicos ao longo das fissuras para aplicação do Poliuretano Hidroativado



Figura 73. Aperto dos bicos para aplicação do Poliuretano Hidroativado



Os furos perfurados devem ser aspirados com ar-comprimado e os bicos de perfuração são inseridos bem justos para selar efetivamente os furos, e apertados com auxílio de chaves.

O Procedimento de mistura da resina de espuma de poliuretano deverá ser o seguinte:

A espuma hidroativada é uma resina de poliuretano bi-componente, o conteúdo de cada uma das embalagens deve ser misturado junto. Lançar o conteúdo do componente A em um recipiente limpo e seco e adicionar o componente B (catalisador) e misturar por 2 minutos com furadeira e batedor mecânico de baixa rotação (200 rpm). A proporção de mistura em volume é de 5:1 (A:B).

Para se obter um tempo maior para formação da espuma, pode-se variar a proporção reduzindo-se o catalisador a uma proporção de 10:1 (A:B). As proporções 5:1 a 10:1 são os limites recomendados.

O procedimento para a aplicação da injeção deverá ser o seguinte:

A bomba de injeção mono-componente deve ser guardada em um local seguro, próximo ao local de trabalho, se possível. A pressão e as condições de trabalho da bomba devem ser verificadas para ver se estão de acordo com as especificações e recomendações dos fabricantes.

A resina (espuma) pré-misturada é vertida no reservatório da Bomba e bombeada através do bico misturador para garantir que as mangueiras de bombeamento estejam cheias, sem bolhas de ar.

Uma pequena quantidade de resina deve ser injetada em um copo limpo de papel para verificação do tempo de reação e o grau de expansão da espuma. A pistola de injeção é conectada ao bico e a resina é injetada em intervalos para permitir a reação e a expansão quando em contato com a água.

O processo continua até o fluxo d'água parar e quando o excesso de resina voltar pelo bico. O mesmo procedimento deve ser adotado no próximo bico.

Figura 74. Detalhe da aplicação do poliuretano hidroativado



Figura 75. Detalhe da espuma de poliuretano hidroativado



Quando todos os bicos tiverem sido injetados, a bomba deve ser desligada. A bomba deve ser completamente lavada com o solvente, os bicos removidos e os locais reparados com argamassa cimentícia polimérica.

Figura 76. Retirada do bico de aplicação



Figura 77. Reparo com argamassa cimentícia polimérica



Observações Importantes:

A espuma de poliuretano hidroativada forma uma estrutura de células abertas e é usada somente para um selamento preliminar para estancar os vazamentos e permitir o uso de uma injeção secundária a ser feita com o gel de poliuretano. Após a interrupção do fluxo d'água, um selamento permanente e definitivo deverá ser feito imediatamente com uma

injeção secundária do gel de poliuretano, seguindo os mesmos procedimentos descritos acima para a espuma de poliuretano.

A injeção secundária complementar de selamento definitivo para as trincas e fissuras deve ser feito com gel de poliuretano.

Todos os materiais devem ter qualidade aprovada e atender aos requisitos para o tratamento de selamento estável, definitivo e potável para águas para consumo humano, e devem ser estocados em locais seguros e protegidos de intempéries.

A resina de gel de poliuretano a ser injetada atende à seguinte especificação:

Resina elástica à base de poliuretano de baixa viscosidade

Viscosidade: 100 mPa*s

Pot Life de 100 min a 20°C e 50% de umidade relativa

A resina curada não pode ser tóxica, não podendo oferecer perigo ao meio-ambiente. Deve ser classificada como KTW classe D2 (selamento de pequenas áreas) para plásticos em contato com água potável.

O reuso dos bicos para a injeção secundária pode ser possível pela remoção deles e lavagem com solvente. Caso não seja possível, devem-se instalar novos bicos.

A avaliação da eficiência da injeção pode ser requisitada através de testemunhos extraídos da área tratada para avaliar a eficiência da técnica de injeção.

Levando-se em conta o que foi encontrado nas inspeções feitas nos Reservatórios de Água, pode-se estimar o seguinte consumo de produtos para os trabalhos de injeção.

Para fissuras com presença de vazamentos de água nas paredes dos reservatórios, estima-se a necessidade de 1,0 litro de espuma de poliuretano hidroativado e mais 1,0 litro de gel de poliuretano para cada metro linear de fissuras e ou trincas a serem seladas.

Para fissuras que apresentam umedecimentos, sem a presença de vazamentos de água nas paredes dos reservatórios, estima-se a necessidade de 1,0 litro de gel de poliuretano para cada metro linear de fissuras e ou trincas a serem seladas

Para fissuras que se apresentam colmatadas por carbonatação, e não apresentam umedecimentos, ou vazamentos de água nas paredes dos reservatórios, pode-se dispensar por hora qualquer tratamento ou selamento, devendo se fazer acompanhamento das mesmas para eventuais e futuras necessidades de injetá-las.

Os bicos de perfuração deverão ser instalados equidistantes a cada 20 cm ao longo das fissuras e trincas.

O Solvente para limpeza da bomba de injeção e equipamentos deverá ser considerado em 10% do volume de resinas a ser injetado.

Destaca-se, porém, que poderá haver variação dos consumos na obra para menor ou para maior de acordo com as condições do substrato a ser tratado, o que será conhecido de fato por ocasião da execução dos trabalhos de injeção.

7.2 Recuperação do Recobrimento da Ferragem da Laje Interna

Os procedimentos para recobrimento da armadura aparente da laje interna dos quatro reservatórios deverão ser:

1. O reservatório deverá ser interditado ao uso e operação pelo período necessário à execução dos trabalhos em questão, devendo ser liberada ao uso após cura total dos produtos utilizados para os serviços de reparos.

2. Os trabalhos de reparos deverão ser executados em uma só etapa de maneira contínua e ininterrupta.

3. Deverá ser removido todo o revestimento de argamassa de cimento e areia, aplicadas sobre o substrato até se expor todo o concreto, bem como as armaduras deverão ser “liberadas” do concreto, por processo de corte e escarificação com ferramentas manuais, elétricas e / ou pneumáticas, sem que essas causem vibrações excessivas à estrutura quem venham a causar danos e prejudicá-la, até se conseguir acesso em todo redor das armaduras.

4. Executar a escarificação e corte mecânico de todo o concreto carbonatado identificado numa profundidade mínima de 3,0 cm, de maneira uniforme, visando chegar-se ao concreto “são”.

5. Proceder a um exame teste com fenolftaleína em solução de 1% sobre o concreto escarificado para verificação e identificação do estado de conservação do concreto existente, e se necessário uma nova escarificação deverá ser feita até se obter o concreto “são”, removendo-se o concreto carbonatado, totalmente.

6. Remover todo ponto ou região do concreto que estiver quimicamente deteriorado com ph inferior a 10,0, que apresente coloração incolor no teste de fenolftaleína, se identificado, até se chegar ao concreto são, de ph acima de 11,0, que apresente coloração de rosa a violeta identificado no teste com fenolftaleína.

7. Remover por escarificação manual ou mecanizada todo ninho de concreto superficial e concreto segregado, se por ventura for encontrado, até se chegar ao concreto firme;

8. Se forem identificadas trincas ou fissuras no substrato, as mesmas deverão ser marcadas e delimitadas para posterior tratamento com injeção de poliuretano de alta fluidez, e baixa viscosidade;

9. Proceder remoção de toda a armadura corroída que apresente-se seccionada ou com perda de mais de 50% da secção, caso seja identificada. Na presente análise visual, não foi constatado que a armação da laje do teto interno está corroída com perda de mais de 50% da secção;

10. Executar hidrojateamento do concreto escarificado e exposto, com pressão mínima de 4.000 libras pelo menos, e com água quente para limpeza do substrato e eventual descontaminação de cloretos, eliminando também poeiras e partes soltas, bem como para hidratação do concreto.

11. Fazer a limpeza de toda a oxidação das barras de aço restantes, por processo mecânico de lixamento manual, ou com escovas rotativas, até se obter o aço limpo da oxidação obedecendo-se o padrão de limpeza SA 2 ½., e que apresentem-se sem contaminação de óleos, gorduras ou outros agentes contaminantes.

12. Aplicar nas barras de aço inibidor de corrosão de base mineral, mono componente em duas demãos com pincel ou trincha, observando-se o consumo de 120 gramas por demão, por metro linear de barra de aço, com intervalo mínimo de 3 horas entre as demãos. Os arames de amarração das armaduras também deverão ser totalmente recobertos pelas duas demãos. O procedimento de preparo e mistura do inibidor de corrosão deverá ser feito apenas com adição de água limpa e homogeneizado com misturador mecânico de baixa rotação, obedecendo a proporção de 100 partes em peso da parte em pó, para 19 ou 20 partes de água limpa e fresca. A quantidade de produto preparada deverá ser consumida em no máximo 30 minutos, sendo que após esse período o restante do produto preparado deverá ser descartado.

13. Fazer a hidratação do concreto com água limpa por 24:00 hs seguidas, e parar a hidratação duas horas antes da aplicação das argamassas de reparos e reconstituição do tabuleiro.

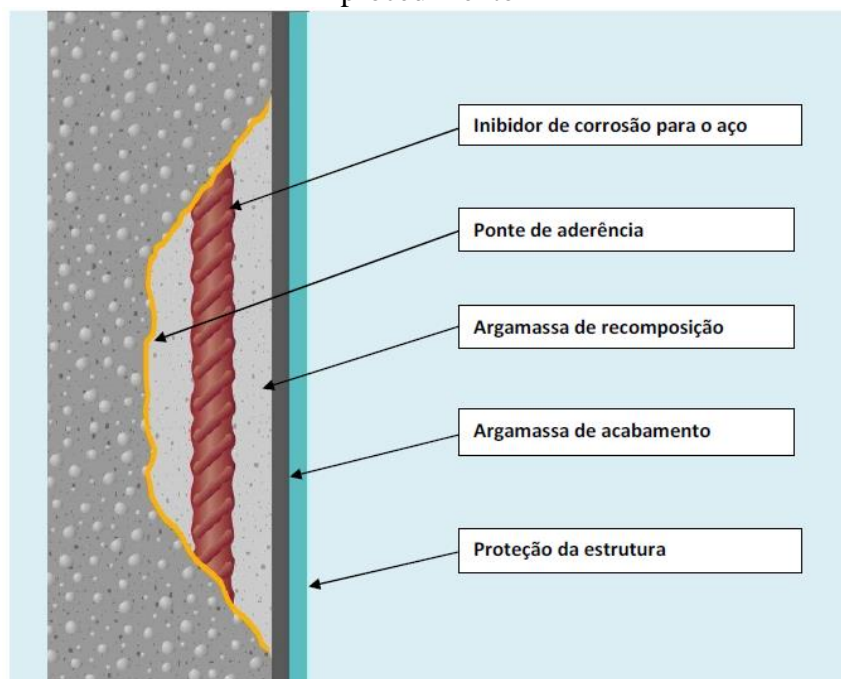
14. Reconstituir a espessura do concreto de acordo com o determinado no projeto estrutural, com argamassa polimérica para projeção, mono componente, impermeável, que dispensa uso de ponte de aderência quando aplicado por projeção, e que é modificada com

polímeros, reforçada com fibras, e resistente à carbonatação, devendo ter a espessura máxima por camada aplicada por projeção de 50 mm. O consumo é 1,9 kg/m²/mm de espessura para se recompor a espessura determinada em projeto. A resistência mecânica a compressão com 24 hs é de 20 MPa, com 7 dias é de 45 MPa e com 28 dias é de 50 MPa. A mistura deverá respeitar a proporção de 100 partes em peso da parte em pó para 13 ou 14 partes em peso de água limpa e fresca. A argamassa polimérica de reparo deverá ser colocado sobre a água e misturado mecanicamente por 5 minutos, com auxílio de misturador mecânico de baixa rotação. A aplicação deverá ser feita sobre o substrato hidratado no ponto de saturado-seco. Para se fazer aplicação de mais de uma camada, deve-se ter o cuidado de aguardar a cura inicial da camada anterior, sendo que se a camada anterior aplicada estiver curada, deverá se fazer o umedecimento da mesma para receber a camada seguinte a ser projetada.

15. Após cura inicial, início de pega da última camada, da argamassa polimérica projetada, deverá ser feito o acabamento da mesma com desempenadeira de madeira, ou de plástico, deixando o acabamento feltrado, sem “queimar”.

16. Fazer em seguida a cura química da argamassa projetada acabada, com agente de cura química de alto desempenho com fator de eficiência de 88%, o qual forma sobre a superfície uma membrana impermeável que tem a propriedade de reter altos teores de água, evitando o aparecimento de fissuras de retração hidráulica na argamassa projetada. A aplicação do agente de cura deverá ser feita com auxílio de spray, após previa homogeneização do mesmo na embalagem original, espalhando-se o produto uniformemente sobre a superfície devendo o consumo ser de 200 gr/m².

Figura 78. Procedimentos e etapas para reparos no concreto de acordo com o descrito no procedimento



Na sequência são apresentadas ilustrações da aplicação da argamassa polimérica que está sendo proposto para aplicação na laje interna do reservatório, visando reconstituir a espessura.

Figura 79. Remoção do revestimento até se expor todo concreto com o uso de ferramentas manuais



Figura 80. Remoção do revestimento até se expor todo concreto com o uso de ferramentas manuais



Figura 81. As armaduras deverão ser “liberadas” do concreto, por processo de corte e escarificação com ferramentas manuais



Figura 82. Limpeza de toda a oxidação das barras de aço restantes, por processo mecânico de lixamento manual e aplicação de produto inibidor de corrosão



Figura 83. Preparo da argamassa polimérica para reconstituir a espessura do concreto



Figura 84. Reconstituir a espessura do concreto de acordo com o determinado no projeto estrutural, com argamassa polimérica



8 PROCEDIMENTOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO INTERNA DO RESERVATÓRIO

Os procedimentos para impermeabilização interna do reservatório deverão ser executados após os devidos reparos da estrutura e preparos do substrato e atender à NBR 15.885/2010 – Membrana Acrílica com Cimento, sendo a aplicação feita por sistema de projeção, para garantias de perfeita aderência ao substrato.

8.1 Revestimento Elastomérico Acrílico com Cimento

Está sendo proposto no presente trabalho, a aplicação de sistema de impermeabilização com revestimento elastomérico acrílico com cimento no interior dos quatro reservatórios enterrados no Subsolo do Teatro de Arena da UNICAMP – Cidade Universitária – Campinas / SP.

Na sequência são apresentadas ilustrações, bem como o procedimento que está sendo proposto para realizar a impermeabilização interna dos referidos reservatórios.

Figura 85. Exemplo de aplicação de impermeabilizante por projeção proposto no presente trabalho



Aplicação do Primer Elastomérico Base Coat.

A função principal do primer no sistema é de promover a aderência entre o substrato e as demais etapas do sistema, visando o fechamento dos poros e de pequenas imperfeições deixadas pelo fresamento/polimento. O Base Coat (pó) deve ser adicionado a água e ao líquido acrílico em uma proporção em peso de mistura de 1:1:1. Deve ser observada a sequência correta de mistura:

O componente em Base Coat (pó) é adicionado a quantidade preparada de água e misturado por 1 minuto; somente após, o líquido acrílico é adicionado sob constante agitação até a obtenção de uma argamassa homogênea por mais 1 minuto.

Trabalhabilidade: 45 minutos 20° C e 50% umidade relativa.

Consumo: 300 g/m² (demão única)

- Aplicação do Base Coat como primer

A mistura do Base Coat deve ser aplicado sobre substrato preparado e nivelado, como um primer, com o uso de rolo ou trincha para fechar os poros do substrato. Se o Base Coat for aplicado projetado, a superfície deve ser alisada após a projeção.

Aplicação do Revestimento Elastomérico Top Coat

O Top Coat consiste no componente em pó e o componente líquido. O componente em pó deve ser adicionado ao componente líquido sob constante agitação até a obtenção de uma argamassa homogênea, livre de grumos, elástica e fluída. Misturadores de hélice dupla ou misturadores planetários são adequados para seu correto preparo. Mistura manual ou quantidades parciais não são permitidas. A mistura deve levar pelo menos 3 minutos.

Trabalhabilidade: 30 minutos 20° C e 50% umidade relativa

Consumos: 2 demãos de 1,6 kg/m²

- Aplicação do revestimento Top Coat

O Top Coat é aplicado em duas camadas através de técnicas de projeção via úmida (também para superfícies horizontais). A espessura total da camada é 2,0 a 3,0 mm. A aplicação por projeção é conduzida utilizando uma bomba de argamassa e compressor de ar com 3.000 litros/min (125 PCM).

A superfície do Top Coat não deve ser acabada ou desempenada, e deve permanecer com a rugosidade deixada pela projeção. O Base Coat e o Top Coat não necessitam de cura úmida.

Informações Adicionais

Este procedimento deve ser lido em conjunto com a ficha técnica, ficha de segurança e literatura atualizada sobre o assunto fornecida pelo fabricante.

Utilizar a estrutura somente após os 07 dias de cura total do produto aplicado para abastecer o reservatório com água deve-se proteger o fundo contra o impacto da água com um anteparo de borracha.

Aplicadores

Somente os aplicadores treinados e credenciados pelo fabricante, com competência para executar o serviço descrito acima, devem ser empregados.

Garantia dos serviços

A garantia dos serviços é aplicada em conjunto entre o fabricante dos produtos que compõem o revestimento e a empresa credenciada aplicadora.

9 IMPERMEABILIZAÇÃO DA LAJE DE COBERTURA (EXTERNA)

Os procedimentos para correção do piso da Arena / Cobertura da Casa de Bombas (externo) deverão ser:

1. Todas as camadas soltas e desagregadas deverão ser retiradas mecanicamente.
2. A superfície deve ser limpa, isenta de pó.
3. Após limpeza superficial da laje de cobertura com hidrojateamento e regularização de pontos de empoçamentos, e arredondamento de rodapés com argamassas de reparos, deverá ser aplicado revestimento acrílico flexível impermeável com alto teor de sólidos com consumo de 2,0 kg/m², em forma de pinturas sucessivas. Esse revestimento poderá ser branco ou cor concreto, telha, verde, ou outro, sendo resistente às intempéries e trânsito de pedestres, não necessitando de proteção mecânica, além de oferecer garantia de durabilidade de no mínimo 5 anos para atender a NBR 13.321 Membrana de Polímero Acrílico.

A seguir é apresentado os procedimentos executivos para os trabalhos de impermeabilização das lajes de cobertura com o Sistema de Impermeabilização com Membrana Acrílica Flexível que são aplicáveis para lajes e substratos sujeitos à deformações e de acordo com a **NBR 13.321:2008 – Membranas de polímero acrílico para impermeabilização**.

Os procedimentos a seguir deverão ser executados por pessoal capacitado para tal, para que sejam corretamente aplicados e para que se consiga o desempenho e durabilidade desejados.

O Sistema de Impermeabilização Flexível proposto com Membrana de Polímero Acrílico para esse trabalho é um dos mais modernos sistemas de impermeabilização e foi desenvolvido para estruturas sujeitas a movimentações e deformações expostas ao tempo e

atende ao desempenho exigido pela referida norma brasileira, tendo como benefícios sobre os sistemas tradicionais, conforme descrito a seguir:

- Ausência de emendas na impermeabilização.
- Tem elasticidade, e flexibilidade.
- Pode ser eliminada a proteção mecânica para lugares onde não se tenha altura suficiente, para execução de proteção mecânica.
- É aplicado a frio e tem perfeita vedação junto a ralos, antenas, tubos, detalhes metálicos, coletores de energia solar, etc.
- Pode ser reparado localizadamente em manutenções futuras caso a membrana seja rompida, sendo que o reparo adere perfeitamente à membrana anterior.
- Não há risco de percolação de água sob a membrana na eventualidade de ocorrer algum acidente ou dano que perfure ou rompa a membrana impermeável, tornando fácil a localização do ponto a ser reparado e fácil também a sua recuperação e manutenção.
- Não se deteriora e tem vida útil indeterminada.
- Pode receber revestimento cerâmico ou pedras naturais assentadas diretamente sobre ela com argamassas colantes e/ou argamassas cimentícias.

Para se alcançar o máximo desempenho e durabilidade que o sistema de membrana acrílica proposto pode proporcionar é fundamental que os procedimentos executivos sejam seguidos e corretamente executados por pessoal capacitado e habilitado, com experiência comprovada na aplicação.

Após a camada de impermeabilização, é indispensável o assentamento do piso para proteção mecânica.

O piso será o mesmo existente atualmente, para evitar que se tenha modificação no peso dessa laje e eventuais problemas estruturais. O piso de granilite é obtido através da mistura de água, cimento e agregados minerais, como mármore, granito e quartzo. A argamassa é lançada sobre pavimento de concreto e curada por sete dias. Esse revestimento é indicado para ambientes com necessidades de alta resistência física, principalmente, ao desgaste por abrasão.

Os granilites industrializados necessitam possuir especificação conforme as determinações da **ABNT NBR 11801:2012 “Argamassa de alta resistência mecânica para pisos — Requisitos”**. Entre as principais características que o material deve apresentar são a

resistência à compressão maior do que 40 MPa e resistência à tração na flexão maior do que 4 MPa.

O granilite a ser aplicado deverá possuir traço de 1:1:0,2 de granilha, cimento e água, para atingir consistência de uma massa. A junta de dilatação deve possuir altura igual a 2 cm, formando quadros com dimensões máximas de 2 m x 2 m.

Os procedimentos para impermeabilização da laje externa dos reservatórios são:

1. Remoção mecânica do piso de cobertura existente (granilite) através de equipamentos manuais.
2. Hidrojatear toda a superfície do piso com alta pressão de 4.000 libras.
3. Vedar fissuras e trincas do piso com injeção de espuma e gel de poliuretano hidroativado;
4. Aplicar massa de regularização de níveis, com caimentos necessários, e direcionando o fluxo das águas pluviais conforme projeto. A massa deverá ter ponto de pega com aditivo “Bianco”.
5. Instalar a canaleta metálica do tipo perfil U cartola (Largura = 50 mm, Altura = 70 mm) na borda lateral do piso do teatro de arena, abaixo do primeiro degrau da arquibancada, conforme projeto.
7. Aplicar impermeabilização de Membrana Acrílica geral sobre as lajes em forma de pintura com 6 demãos sucessivas com consumo de 200gr/m²/demão.
8. Aplicar a massa do granilite em toda a superfície da área central, incluindo o palco e a calçada, e também a arquibancada (exceto os bancos) com espessura de 2 cm, respeitando a inclinação para a drenagem de águas pluviais.

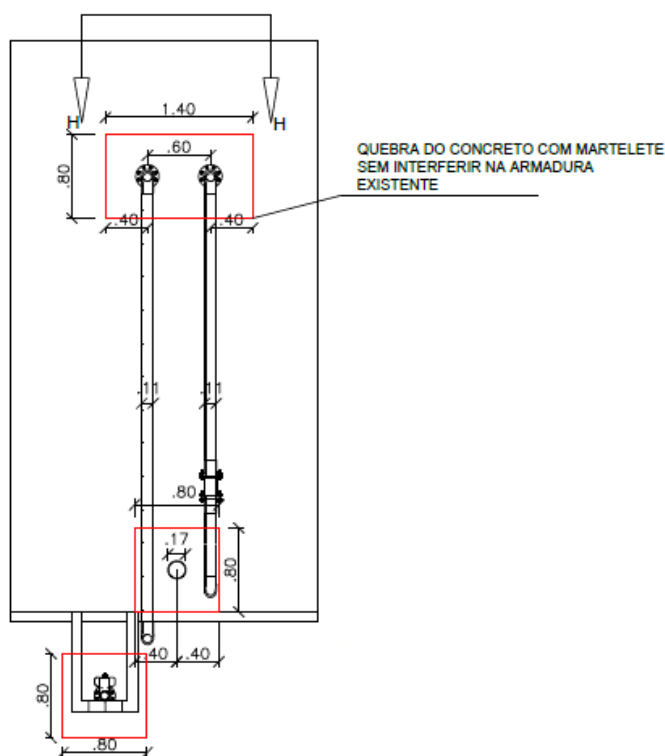
Obs. Os bancos, bem como assento e estrutura de sustentação serão acabados somente com as demãos de membrana acrílica.

A instalação da canaleta metálica do tipo perfil U cartola não deverá atingir a armação da laje dos reservatórios.

10 SUBSTITUIÇÃO DAS TUBULAÇÕES EXISTENTES NO RESERVATÓRIO

Para instalação das novas tubulações está previsto a abertura de janelas nos 4 reservatórios assim como na casa de bombas, com folga de pelo menos 40 cm do eixo da tubulação, conforme Projeto de Recuperação Estrutural. A Figura 86 ilustra a janela de abertura do reservatório R01.

Figura 86. Detalhe de abertura de janela para substituição das tubulações.



A tubulação a ser substituída obedecerá a mesma posição das tubulações existentes. Os procedimentos para realização da substituição das tubulações que saem dos reservatórios são:

1. Primeiro marca-se o perímetro da janela a ser aberta, com um martelo de 10 kg rompe-se cuidadosamente o concreto atentando-se para não gerar nenhuma interferência na armadura existente nas paredes;
2. A extremidade ponta flange com aba de vedação deverá ser instalada posicionando a aba de vedação no interior da parede dos reservatórios;
3. O fechamento das aberturas será realizado utilizando Grout Tixotropico alto adensável no qual apresenta retração compensada, resistência à compressão de 40 Mpa, e uma argamassa fluída de alta resistência também utilizada para reparos em concreto.

11 CONCLUSÃO

De posse das visitas realizadas em campo conclui-se que as manifestações patológicas que se apresentam nas estruturas analisadas são provenientes da ação natural do tempo e envelhecimento da estrutura e pela ação do intemperismo sobre as estruturas, que por ação de agentes agressivos naturais ao concreto armado, dentre os principais citamos os gases ácidos e umidades, aceleraram o processo de deterioração das estruturas nos seus pontos mais vulneráveis, assim como pela falta e/ou falhas de manutenções preventivas e corretivas.

Levando-se em conta o estado atual de conservação das estruturas dos Reservatórios de Águas os trabalhos propostos de preparo do substrato para posterior reparos de defeitos do concreto e impermeabilização visam a durabilidade dos serviços e baixos custos de manutenções futuras, quando comparados com os sistemas convencionais que são utilizados.

Para tanto os procedimentos executivos deverão ser feitos por empresas que tenham acervo técnico comprovado e já com experiências de obras anteriores executadas.

12 BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2008). Execução de Impermeabilização (NBR 9574), elaborada no Comitê Brasileiro de Impermeabilização.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2014). Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento (NBR 6118).

LORENSINI, R.V. Avaliação probabilística da deterioração de estruturas em concreto armado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, 2006.

THOMAZ, Ercio. Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: PINI, 1989.

São Carlos, 10 de Abril de 2019.

Luciano Farias de Novaes – Eng. Civil

CREA: 506233333

