

## CASO REAL – PROJETO AQUAPOLO

Marcos Storte

Engenheiro Civil, formado em 1978 na Escola de Engenharia Civil de Volta Redonda - RJ.  
Mestre em Engenharia, formado com distinção, 1991 na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - SP

Autor do livro "Látex Estireno Butadieno - Aplicação em Concretos de Cimento e Polímeros"  
Professor no curso de pós-graduação "Patologia nas Obras Civas" e de "Tecnologia da Impermeabilização" desde 2006 no Instituto IDD em diversas cidades do Brasil. Gerente de Negócios da Viapol.

Rua Apeninos - 1º andar - CEP 04104-021 - São Paulo-SP - 55 (11) 2107-3413 - marcos.storte@bol.com.br

### RESUMO

O projeto Aquapolo foi criado em 2010 pela Foz do Brasil e pela Sabesp, que formaram a Aquapolo Ambiental. O investimento de R\$ 364 milhões inclui uma estação de produção de água de reúso para fins industriais.

A água de reúso industrial é produzida a partir do esgoto tratado. O efluente, que seria devolvido à natureza dentro das condições das resoluções 357 e 430 do Conama, do Ministério do Meio Ambiente, passa por tratamento complementar, tornando o produto próprio para o uso industrial.

A oferta de uma água de reúso de qualidade sob medida para as indústrias reduz custos e aumenta a vida útil dos equipamentos, além de aumentar a oferta de água para a população da Região Metropolitana de São Paulo em cerca de 450 milhões de litros de água tratada mensais, o que corresponde a 175 piscinas olímpicas.

A proposta deste trabalho é de evidenciar o case de sucesso na especificação e a execução da impermeabilização que, dadas as suas características, tem a função de proteger a estrutura de concreto, ao longo de sua vida útil, das substâncias agressivas contidas no esgoto e dos produtos químicos utilizados para a sanitização da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Impermeabilização; Durabilidade; Meio Ambiente

### ABSTRACT

The project Aquapolo was created in 2010 by Brazil's Foz and by Sabesp, which formed the Environmental Aquapolo. The investment of \$ 364 million includes a station production of reuse water for industrial purposes.

The industrial reclaimed water is produced from treated sewage. The effluent, which would be returned to nature within the terms of resolutions 357 and 430 of CONAMA, the Ministry of Environment, undergoes further treatment, making the product suitable for industrial use.

The offer of a reclaimed water quality tailored for industries reduces costs and increases equipment life, and increase the supply of water to the population of the Metropolitan Region of São Paulo is around 450 million liters of treated water monthly, which corresponds to 175 olympic swimming pools.

The purpose of this paper is to highlight the success story in the specification and execution of waterproofing that, given its characteristics, has the function of protecting the concrete structure over its lifetime, the aggressive substances contained in sewage and products chemical used for sanitizing water.

**KEYWORDS:** Waterproofing; Durability; Environment

### INTRODUÇÃO

Segundo pesquisa divulgada em 2011, no II Fórum – Brasil Infraestrutura – Cidades<sup>1</sup>, até 2022 serão necessários recursos da R\$ 206 bilhões para universalizar o sistema de escoamento e tratamento de esgoto. Do total de 12.265 obras, 7.390 (60%) são voltadas para a área de saneamento, consideradas de menor porte o que justifica o grande volume de empregos.

Segundo o relatório do Instituto Trata Brasil<sup>2</sup>, por que enfatizar a questão do saneamento e não de outros serviços públicos. Observamos que o nível de cobertura percebida do saneamento nas metrópoles (67,5%) se situou em níveis bastante inferiores aos dos demais serviços públicos, como nas áreas de água (92,3%), lixo (86,2%) e luz (98,2%).

Note que a cobertura a rede geral de esgoto é apenas uma condição necessária para a provisão de tratamento de esgoto que é a condição suficiente para que os benefícios da coleta se materializem na sua integridade. Quando saímos do plano da dicotomia entre dispor ou não de acesso a esgoto ou à água e entramos no âmbito da avaliação da qualidade percebida do acesso. Em geral, à qualidade dos serviços públicos como eletricidade e coleta de lixo.

No que se refere ao acesso a água, 81% da população nas metrópoles avaliam o acesso como bom e o restante o consideram ruim, e que apenas 69,5% daqueles que tem acesso a escoadouro o consideram bom. Para os serviços de eletricidade e coleta de lixo esses percentuais são 92,3% e 87,8%.

Segundo o SINAENCO<sup>3</sup> os 5.546 municípios de todo o Brasil têm que aprovar os seus Planos junto ao Ministério das Cidades. O documento é uma exigência da Lei 11.445/07 para que os municípios continuem recebendo repasses de verbas federais destinadas a obras de saneamento básico. O governo dilatou o prazo de recebimento dos planos para 2014.

Para acelerar as obras de saneamento, o governo federal afrouxou as regras de liberação de recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para municípios que estão em situação irregular. Mais de 2 mil prefeituras poderão ser atendidas.

O benefício previsto na Medida Provisória nº 561, publicada em 08.03.12, atinge as cidades que têm o serviço de saneamento prestado por companhia estadual e que até 31 de dezembro de 2010 não renovaram ou firmaram contratos com essas empresas. Com a medida, as cidades terão até 2016 para regularizarem sua situação.

De acordo com o Ministério das Cidades<sup>6</sup>, foram investidos R\$ 2 bilhões no primeiro semestre de 2011 em obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) de saneamento, enquanto em 2010 o desembolso foi de R\$ 1,8 bilhão no mesmo período. Em 2012, os investimentos ganharam força, com o início de obras contratadas no PAC 2 com um total de R\$ 13,7 bilhões e um cenário político mais consolidado nos estados e o governo federal já no segundo ano de gestão. Ainda 2012 foi realizada uma segunda rodada de contratações para o PAC 2, com um investimento total de R\$ 45 bilhões de 2011 a 2014.

A presidente Dilma Rousseff reiterou, em 04.03.2013, que seu Governo se propõe a “universalizar o acesso à água” e ratificou planos de investimento de R\$ 30 bilhões em obras para diminuir o efeito das secas na região nordeste do país. Anunciado há dois anos e previsto até os fins de 2014, 80% desse investimento é dirigido a obras estruturais, que abrangem desde represas e canais até estações de tratamento de água, explicou Dilma durante seu programa semanal de rádio.

Os outros 20% servirão para reforçar o programa social conhecido como “Água para Todos”, que desde 2010 já levou água potável para cerca de 240 mil pessoas que careciam totalmente deste serviço.

Os fatos e notícias relatadas significam um grande desafio à engenharia brasileira em prover a infraestrutura necessária ao Brasil para atender os compromissos assumidos com a comunidade internacional com a Copa de 2014 e as Olimpíadas de 2016 e também produzimos uma herança duradoura à população carente de serviços de água e esgoto.

## HISTÓRICO

A atividade impermeabilização é entendida de forma simplória, como a adoção de técnicas e metas com o objetivo de formar uma barreira química ou física, contra a passagem da água.

No entanto, a impermeabilização<sup>7</sup> tem uma função muito mais importante, que é a de proteger as estruturas de concreto, contra a agressão provocada pela água e esgoto, as visto serem suscetíveis a esta degradação.

Os materiais e sistemas de impermeabilização possuem características próprias e variáveis, em função de sua composição química, formulações, etc., apresentando propriedades distintas de resistência a tração, alongamento, aderência, impermeabilidade, absorção de água, durabilidade, etc. Portanto, se os sistemas possuem propriedades variáveis, é natural que sua aplicação<sup>8</sup> na construção civil apresente formas de desempenho distintas. Assim sendo, a impermeabilização torna-se uma atividade complexa, visto que os profissionais da especialidade devem conhecer com profundidade as propriedades dos sistemas impermeabilizantes para então entender o seu comportamento frente às solicitações impostas pelas obras da construção civil.

Por outro lado, a estrutura de concreto que servirá de suporte da impermeabilização apresenta também suas propriedades físicas e químicas intrínsecas dos materiais utilizados na sua construção, que refletem nas exigências de desempenho do sistema de impermeabilização, que será utilizado para protegê-lo, contra a passagem indesejável da água e de outros fluidos agressivos.

A somatória de técnicas distintas para a construção de uma estrutura de concreto, cada um com propriedades diferentes incidem diretamente no desempenho da impermeabilização e, se a mesma não estiver adequadamente dimensionada, poderá falhar por não resistir aos esforços impostos.

## CASE AQUAPOLO

Esta foi uma oportunidade de envolvimento na solução de impermeabilização da ETE, estação de tratamento de esgoto para água reuso no polo petroquímico do ABC paulista, sendo o quinto maior projeto do gênero no mundo, que exigiu requisitos específicos a este fim.

O Polo Petroquímico é um dos centros da economia do ABC paulista. Compõe-se de 14 indústrias que empregam cerca de 25 mil pessoas, direta e indiretamente. Os produtos petroquímicos elaborados nas fábricas como etileno, propileno, polietileno, entre outros, são matérias-primas para a fabricação de resinas, borrachas, tintas e plásticos em indústrias de todo o país.

A obra, como um todo, envolveu as seguintes construções:

Estação elevatória de baixa carga responsável por bombear os efluentes do tratamento secundário da Sabesp para o Aquapolo.

Sistema de filtragem por discos que impede a passagem de resíduos sólidos superiores a 400 microns.

Tanque biológico e de ultra filtração com oito conjuntos de membranas de polissulfona.

Sistema de osmose reversa responsável por baixar a condutividade (salinidade) da água.

Quatro tanques reservatórios cobertos que totalizam 70 mil m<sup>3</sup>, dos quais metade é destinada para armazenar a água que passa pelo processo de osmose e a outra metade para a água que passa apenas pela ultra filtração.

Estação elevatória de alta carga com três bombas responsáveis por enviar até 1.000 l/s ao longo dos 17 km da adutora.  
17 km de adutora de aço carbono de 900 mm

### Especificações e qualificações para obra de impermeabilização

O impermeabilizante a base de poliuretano vegetal, atendeu a norma ABNT NBR 15487<sup>8</sup> - Membrana de poliuretano para impermeabilização, totalizando um consumo de cerca de 3.000 Kg, formando uma membrana flexível, moldada “in loco”, a frio, isenta de solventes, resistente ao ataque químico do esgoto, que não altera a potabilidade da água e com as seguintes características técnicas:

Aspecto	Líquido viscoso na cor verde
Teor de sólidos (% em massa)	Mínimo 99,0
Densidade	1,4 - 1,6g/cm <sup>2</sup>
Tração na ruptura (ASTM D-412)	4 MPa
Alongamento da ruptura, sem reforço.	70%
Estabilidade ao calor (Max.)	Resiste picos de temperatura até 90°C
Flexibilidade a baixa temperatura	Resistente até -3°C

### Ensaio específicos

Para atender as condições específicas no tratamento da água e assegurar que o produto impermeabilizante não era agredido, foram determinadas as condições de um ensaio visando a determinação da migração de possíveis constituintes do produto ensaiado para a água bem como o possível impacto na qualidade da água.

A partir da amostra inicial foi obtido um corpo de prova de área superficial de 376 cm<sup>2</sup>, que foi colocado em contato com:

- Água deionizada adicionada de cloro (2mg/L) e Flúor (0,8mg/L) na temperatura de 20°C pelo período de 240 horas (10dias)
- Água potável obtida de sistema de abastecimento público na temperatura de 20°C pelo período de 240 horas (10dias)



Figura 1 - Corpo de prova antes do ensaio





**Figura 2 - Corpo de prova após o ensaio (10 dias a 20°C)**

### **Conclusão dos ensaios**

Os resultados dos ensaios realizados indicaram que após um contato de 240 Horas (10 dias) a temperatura de 20° C não foi detectada a migração de possíveis constituintes do produto ensaiado para a água bem como não se observou impacto na qualidade da água que ficou em contato com a impermeabilização, quando os resultados dos ensaios são comparados com os valores contidos na Portaria 2914 de 12 de Dezembro de 2011 que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

### **Execução da impermeabilização**

#### **Preparos iniciais**

Antes do início dos serviços de impermeabilização, toda a área impermeabilizada foi devidamente preparada.

Todos os cuidados foram tomados para que não houvesse risco de produtos não compatíveis com os materiais do sistema de impermeabilização, entrassem em contato com estes.

As instruções de aplicação definida nas normas foram observadas e antes do início dos serviços de impermeabilização foram delimitadas áreas/setores (paginação) visando racionalizar os trabalhos.

Foram previstos acessos controlados às áreas de impermeabilização, de maneira que apenas pessoas credenciadas tinham acesso às referidas áreas.

O local destinado a depósitos de materiais nas frentes de serviço foi protegido contra as intempéries bem como impedido o acesso a pessoas estranhas ao serviço.

As superfícies de concreto que receberam impermeabilização foram cuidadosamente acabadas e niveladas, oferecendo uma superfície desempenada, sem arestas vivas, livre de ressaltos e depressões, seca, isenta de pó e material solto

A superfície de concreto de regularização foi inspecionada, liberada e somente após a liberação da superfície, os serviços de impermeabilização foram ser iniciados.

Os reparos que se fizeram necessários foram executados.



**Figura 3 - Preparação do substrato, com fechamento dos furos dos espaçadores**



**Figura 4 - Preparação do substrato, com concretagem para fixação de tubulação**

### **Aplicação da impermeabilização**

Preparação da mistura.

A preparação da mistura foi de abrir a embalagem contendo o Componente A (maior) e homogeneizar o produto por cerca de 2 minutos.

Em seguida, abrir a embalagem do Componente B (menor), e adicionar o conteúdo total sobre o Componente A e imediatamente misturar os dois componentes por 5 minutos.

A mistura foi realizada mecanicamente através de uma haste metálica com um sistema de mistura tipo hélice na extremidade adaptada a uma furadeira elétrica manual, o que tornou a mistura mais rápida e eficiente.

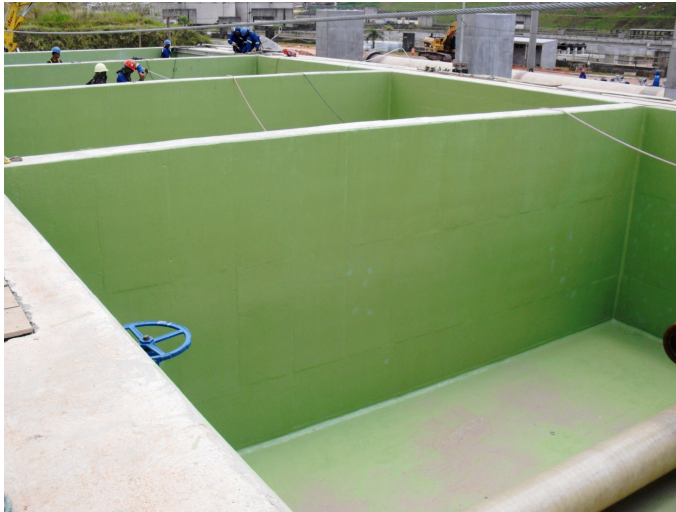
Após a mistura dos dois componentes, inicia-se um processo de reação química que é irreversível, portanto todo o preparo da superfície foi realizado antes da mistura dos componentes.

Aplicação do produto

Após a preparação adequada da superfície, aplicou-se a primeira demão do impermeabilizante. Aguardou-se a secagem por 6 horas.

As demãos subsequentes foram aplicadas até atingir o consumo de 2,0 Kg/m<sup>2</sup>, obedecendo ao intervalo de secagem entre demãos de aproximadamente 6 horas.

Aguardou-se a cura do produto por 5 dias antes do carregamento dos tanques.



**Figura 5 - Vista da aplicação da impermeabilização**



**Figura 6 - Vista parcial de parede impermeabilizada**

## **REFERÊNCIAS**

- 1 SITE FECOMERCIO. Brasil receberá investimentos de R\$ 1,48 trilhão em obras até 2016. São Paulo - SP, 18.10.11
- 2 TRATA BRASIL. Impactos sociais da falta de saneamento nas principais cidades brasileiras. Rio de Janeiro-RJ, 2009
- 3 SINAENCO. Prefeituras recebem ajuda para formular plano de saneamento. São Paulo-SP, 04.03.2010
- 4 SITE ARQUITETURA.COM.BR. , São Paulo-SP, 26.10.2011
- 5 JORNAL DO BRASIL - Site de notícias - Rio de Janeiro - RJ, 26.08.2011
- 6 VALOR ECONOMICO - São Paulo - SP, 27.12.2011
- 7 STORTE, M., Manifestações patológicas na impermeabilização de estruturas de concreto em saneamento. Revista SANEAS, edição 57, São Paulo-SP, 2010
- 8 ABNT NBR 15487 - Membrana de poliuretano para impermeabilização.