

## Reparo, reforço e recuperação de concreto

**Variedade de técnicas para reparo, reforço e recuperação permite solucionar a maior parte das manifestações patológicas, mas tudo depende de um bom diagnóstico**

*Por Juliana Nakamura*

### Reparo e impermeabilização em reservatório

Com 8 mil m<sup>2</sup>, esse reservatório de Tratamento de Efluentes Domésticos da Companhia de Água e Saneamento de Campinas demandava alguns reparos na estrutura de concreto, que sofria com o cobrimento indevido das armaduras, antes de passar por impermeabilização.

A solução, conforme revela o engenheiro José Mário Andrello, diretor técnico da Casa D' Água, responsável pelo projeto de intervenção, contemplou primeiramente o preparo do substrato por meio da remoção e limpeza de resíduos da obra e de hidrojateamento de alta pressão para limpeza da superfície interna.



Ficha técnica Local: Campinas (SP)  
Especificação e supervisão técnica:  
Casa D'Água Tecnologia para  
Construção Execução: Metta Serviços  
Técnicos e Construtora Lix da Cunha

Só então, os trabalhos de reparo foram efetivamente iniciados com o corte do concreto para permitir o tratamento das armaduras com revestimento mineral anticorrosivo. Concluída essa etapa, nos pontos onde foram registradas segregações, sobretudo em emendas de concretagem e em pontos de tirantes, foi executado o reparo com a aplicação de argamassa polimérica monocomponente. Ao redor das tubulações adicionalmente aplicou-se graute não retrátil de alto desempenho.

Por fim, foi executada a impermeabilização com argamassa de pega rápida, vedação com mástique flexível ao redor de tubos de entrada e saída de efluentes e cura úmida por dois dias.

### Motivos que podem levar à necessidade de intervir em uma estrutura

- Erro de projeto - manifestado por equívocos de concepção e de detalhamento
- Erros de execução - posicionamento indevido das armaduras, não conformidade da entrega do concreto etc.
- Uso inadequado - superestimar a capacidade da estrutura ou alterar uso (exemplo: transformar edifício residencial em industrial)
- Falta de manutenção
- Ação do tempo e do meio ambiente (exemplo: ação de agentes agressivos, como cloretos, gases, chuva ácida)

- Reações endógenas do próprio concreto (exemplo: reação álcali-agregado)
- Causas excepcionais que danificam a estrutura (exemplo: choques, acidentes etc.).

### **Ponte de aderência**

As pontes de aderência têm importância fundamental na eficiência da recomposição do concreto e na interligação dos produtos de recuperação com a estrutura existente. Há uma série de materiais que podem promover ou melhorar essa capacidade de associação. Em geral eles se enquadram em um dos três grupos abaixo:

- **Pasta de cimento:** a aplicação de uma nata entre as camadas de concreto faz com que uma camada de "agente endurecedor" penetre nos poros do concreto, melhorando a adesão. Costuma ser pouco eficiente
- **Emulsões de polímeros:** água e polímeros penetram na porosidade de ambas as camadas de concreto (a velha e a nova) gerando uma boa ancoragem. Formam sistemas bastante úteis e eficientes em superfícies molhadas ou úmidas
- **Adesivos de base epóxi:** são os mais utilizados por serem os que melhor compatibilizam com o concreto e com o aço das armaduras, além de terem uma resistência química muito boa aos agentes corrosivos. Quando há umidade, porém, as emulsões devem ser preferidas

### **Reforço com fibra de carbono em fendas**

A ponte de acesso ao Píer III do Terminal Marítimo da Ponta da Madeira, em São Luís (MA), precisou ter sua estrutura reforçada depois que uma mudança no fornecedor das correias transportadoras alterou as cargas sobre os balanços das travessas de apoio.

Antes de optar pelas fibras de carbono, os engenheiros da construtora Odebrecht e da Teprem, empresa responsável pelo projeto do reforço, cogitaram utilizar uma série de alternativas. A primeira delas foi a execução de dez estacas com 1 m de diâmetro cada, posicionadas justapostas ao balanço das travessas para receber uma viga de concreto armado. Embora eficaz sob o ponto de vista estrutural, essa alternativa exigiria pelo menos 90 dias para ser concluída. Outra técnica cogitada foi a execução de um pórtico de aço com tirantes metálicos. Nesse caso, haveria um ganho em relação às estacas de concreto, porém, ainda seriam necessários 60 dias de prazo.



Ficha técnica Local: São Luís  
Projeto de reforço: Teprem  
Execução: Odebrecht

A urgência em concluir o reforço levou à utilização de lâminas de fibra de carbono inserida em fendas no concreto de cobertura das armaduras de tração já existentes. A solução foi executada em apenas 30 dias, sem interromper os trabalhos no terminal marítimo.

Para tanto, o concreto foi cortado com máquina autoaspirante, que permitiu reduzir os trabalhos de limpeza superficial fundamentais para garantir a plena aderência da fibra ao substrato. Em seguida partiu-se para a aplicação de adesivo epóxi para colagem das lâminas de fibra de carbono. Por fim, realizou-se o grauteamento para proteger as armaduras e os reforços, além de recompor a seção da estrutura.

## Principais produtos e técnicas para reforço, reparos e recuperação

### Reforço estrutural

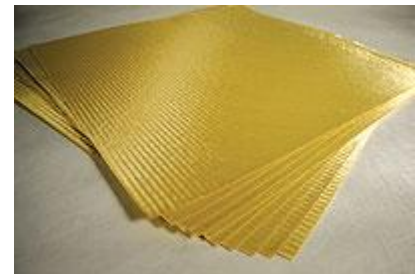
#### Mantas de fibra de carbono

Caracterizam-se pela alta resistência, baixo peso próprio, grande durabilidade e capacidade de assumir formas complexas. Têm aplicação rápida e resistem a tensões de tração de até 4.500 MPa. Têm custo cerca de 40% superior às soluções mais convencionais de reforço.



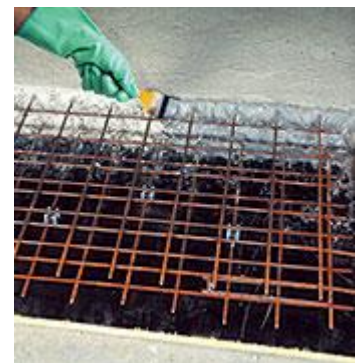
#### Reforço com fibra kevlar

Oferecida em mantas, trata-se de uma fibra de aramida da família dos polímeros feitos com poliamidas aromáticas. Possui uma estrutura de cadeia molecular excepcionalmente rígida, oferecendo elevada resistência à tração, a impactos e com estabilidade térmica diferenciada para temperaturas que variam de -40°C a 130°C. Tem melhor tolerância a danos que a fibra de carbono.



#### Adesivo fluido de base epóxi

Resinas sintéticas de alto desempenho que melhoram a aderência das argamassas e concretos aos mais diversos substratos. Podem ser aplicadas com broxa e são utilizadas como ponte de aderência. Úteis não apenas em reforços, mas também em reparos e em serviços de recuperação e de recomposição de estruturas de concreto.



### Recuperação estrutural

#### Argamassa estrutural modificada com polímeros

Argamassa cimentícia modificada com polímeros para recomposição estrutural. Em reparos localizados geralmente são utilizadas argamassas com consistência seca (tixotrópicas). Já nos casos de aplicação em grandes áreas utilizam-se argamassas modificadas com polímeros e com consistência adequada para aplicação com equipamento de projeção. Em ambos os casos apresentam alta aderência ao substrato e elevada resistência mecânica.



### **Revestimento polimérico e primer inibidor de corrosão**

Anticorrosivos, formam sobre as superfícies uma proteção impermeável aderente ao aço e ao concreto. Aplicado com pistola ou pincel. Indicado para serviços de reparo e recuperação.



### **Anodo galvânico para armaduras e cabos de protensão**

Aplicado em peças estruturais de concreto armado, como vigas, pilares, blocos, cintas, além de peças de concreto protendido, particularmente nas regiões das ancoragens, onde haja presença de células de corrosão. É particularmente indicado para peças de concreto contaminadas pelo ambiente marinho ou industrial, não havendo necessidade do remanejamento do concreto contaminado.



### **Argamassa de recomposição de base poliéster**

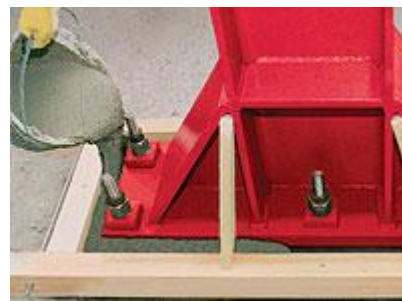
Indicadas para preenchimento de cavidades. Devem ser aplicadas sobre substrato preparado e seco, onde haja grande solicitação de abrasão e/ou ataque químico, como vertedores de barragens hidrelétricas e tanque de efluentes e produtos químicos.



## **Reparo estrutural**

### **Graute epóxico**

Indicado para ancoragens de máquinas e equipamentos, para ancoragem de tirantes, fixação de placas de apoio e reparos em geral. É composto de cimento, areia de quartzo selecionada e aditivos especiais. Apresenta alta resistência mecânica e fluidez.



### **Resina de poliuretano**

Com baixa viscosidade e alta elasticidade, as resinas de poliuretano são indicadas para preenchimento de trincas com até 0,1 mm.



### **Resinas epóxi**

Indicadas principalmente para injeção em fissuras profundas estabilizadas.

