



## A Pastilha Anti-Corrosão

Definitivamente, podemos e devemos parar de tratar apenas os efeitos da corrosão nos serviços de recuperação e reforço estrutural. O tratamento da causa está na Pastilha Z.

**Joaquim Rodrigues**



Efetivamente, esta notável idéia de utilizar técnicas eletroquímicas nos serviços localizados de recuperação estrutural, vem corroborar a mudança mundial, que hoje se procede, na estratégia de execução destes serviços, motivada pela asserção de que é a única maneira de interromper a corrosão no concreto armado e protendido.

A antiga estratégia de tratamento da estrutura, chamada “recuperação estrutural”, apenas tratava e trata das conseqüências da corrosão e não da sua causa. A obra sempre se inicia sem a investigação prévia da existência de células de corrosão (com a semi-pilha) ao longo de toda a estrutura em apreço mas apenas com base nas conseqüências visíveis que são os deslocamentos da camada de recobrimento. Ignora-se também (e principalmente) a existência de contaminação no concreto, fator preponderante e desencadeador da mudança daquele ambiente alcalino em um ambiente absolutamente infernal às armaduras.

O que se faz, não passa de corte dos deslocamentos, e em torno das barras, seguido da limpeza das regiões comprometidas e aplicação de epóxi ou epóxi rico em zinco nas armaduras do concreto, com o propósito de “neutralizar” o processo de corrosão. Esta forma de tratamento é contestada por sua duvidosa intervenção, já que estabelece células ainda maiores de corrosão em função do caráter dielétrico do polímero epóxi. Para o caso do epóxi rico em zinco, desconsiderando-se o questionável teor ideal do metal inserido na matriz, sua função estaria comprometida pela situação isolante do polímero que o envolve, neutralizando a troca



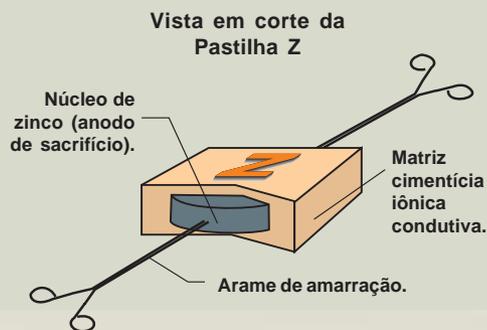
Lugar comum de muitas estacas de pontes: a presença de altos níveis de corrosão que são tratados, invariavelmente, considerando-se apenas os seus efeitos. Por que não tratar a causa? O tratamento convencional ataca apenas as conseqüências da corrosão.

# COMBATA A CORROSÃO EM SUA OBRA DE **RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL**

**100%  
PROTEÇÃO CATÓDICA**

Faça proteção catódica com Pastilha Z, sua única garantia contra o retorno da corrosão nos seus serviços de recuperação/reforço estrutural. Suas vantagens são inúmeras:

- Proteção localizada contra a corrosão nas armaduras, em qualquer tipo de estrutura, para todo tipo de ambiente.
- Anula a corrosão do anôdo de anel (ring anode), muito comum nos serviços de recuperação estrutural localizados.
- A Pastilha Z é facilmente incorporada em armaduras novas ou em estado de corrosão.
- A Pastilha Z garante sua estrutura por, pelo menos, 15 anos contra a corrosão.



**PASTILHA Z**  
Não faça recuperação sem ela!

galvânica entre o zinco e o aço da armadura. Como consequência desta tendência, estão surgindo novas técnicas de proteção catódica passiva, mais práticas e viáveis, que utilizam quase que, invariavelmente, o metal (anodo) zinco, ao contrário dos sistemas ativos de corrente impressa.

Com base na técnica de proteção catódica por anodo de sacrifício, surge agora no nosso mercado um interessante produto, denominado PASTILHA Z, que vem resolver o sério problema da efetiva interrupção da corrosão nas armaduras do concreto para aquelas situações de recuperações localizadas. Responsável pela maior fatia do mercado de recuperação estrutural, os serviços que envolvem o tratamento de processos de corrosão localizados, até então restritos ao lugar comum da ressurgência do sintoma após alguns anos, tornavam impotente a empresa de recuperação diante de clientes cada vez mais exigentes com relação à garantia natural exigida, de cinco anos.

### **Entendendo a Corrosão no Concreto**

O aço sofre corrosão porque não é um material em estado natural. O minério de ferro da natureza é fundido e trabalhado, produzindo-se o aço através da adição de outros metais e energia. Sob determinadas condições o aço perde esta energia e volta ao seu estado natural. Esta perda de energia chama-se corrosão. A corrosão ocorrerá quando existirem quatro condições: dois metais (ou duas posições em um mesmo metal), em níveis de energia diferentes, um eletrólito e uma conexão metálica. Nestas condições, se forma uma célula eletrolítica. Como exem-

plo de célula eletrolítica temos a pilha de uma lanterna. O reservatório de zinco e a haste de carbono são os dois metais e a pasta úmida ácida atua como eletrólito. Quando o carbono e o zinco forem conectados, através da ligação em qualquer aparelho elétrico, a corrente fluirá do zinco para o carbono, porque o zinco tem um nível de energia superior ao carbono. Como está liberando energia, o zinco corrói. O carbono, que recebe energia, não sofre corrosão. Neste caso, o zinco é o anodo e o carbono é o catodo. Quando o anodo for consumido, a pilha não mais funcionará.

A corrosão do aço estrutural funciona, genericamente, como uma pilha. Embora as armaduras do concreto existam apenas como um metal, podem apresentar diferentes níveis de energia. O concreto atua como eletrólito e o condutor metálico é a própria armadura. Com a introdução de íons contaminantes no concreto, na forma de substâncias corrosivas, criam-se diferentes ambientes através do concreto e ao longo das armaduras, estabelecendo-se diferentes níveis de energia. Uma vez existindo duas áreas energéticas, anodo e catodo, formar-se-ão milhares de pilhas, iniciando-se a corrosão. O anodo descarrega corrente contínua, alguns miliampères, levando parte de sua própria estrutura, e o catodo a recebe. Quanto maior a pilha, maior será a corrente. Para termos uma idéia, 1 ampère de corrente contínua pode desestruturar 10 quilos de aço em um ano.

No ambiente alcalino da massa do concreto, com pH entre 12 e 13, estabelece-se a proteção da ferragem, através de uma fina película de óxido depositada sobre a armadura. Esta película de óxidos, no entanto,

não consegue resistir a algumas substâncias que se introduzem no concreto. A utilização de água excessivamente clorada na fabricação do concreto, o ambiente marítimo gases tóxicos ou o próprio contato com a água do mar são alguns fatores de ataque que reagem com aquela película protetora, neutralizando-a, e abrindo caminho para o ataque às armaduras. Como de um modo geral o ataque é feito da superfície do concreto para o seu interior, as armaduras próximas a superfície perdem sua película passiva de óxidos, iniciando-se um processo ativo de corrosão. Em outras palavras, a armadura próxima a superfície do concreto transforma-se em anodo, enquanto que a armadura mais interna ou mesmo as adjacentes laterais mais protegidas, transformam-se em catodos. O resultado é que a armadura cujo ambiente do concreto foi modificado entra em processo de corrosão. Na prática, ocorre o deslocamento na região anódica.

Se você verificar a região vizinha, em que a armadura parece nova, perceberá que trata-se da região catódica. Poderão existir centenas de milhares de células de corrosão em sua obra.

### **Como Verificar a Corrosão no Concreto**

A estratégia de só atacar, ou melhor, de se orçar apenas as situações terminais onde ocorrem os deslocamentos do recobrimento do concreto, motivado pelo avançado estado de corrosão, revelará um perigoso desconhecimento da causa que, em pouco tempo, poderá reconduzi-lo à mesma obra, na obrigatoriedade de refazê-la sem qualquer

*continua na pág. 11*

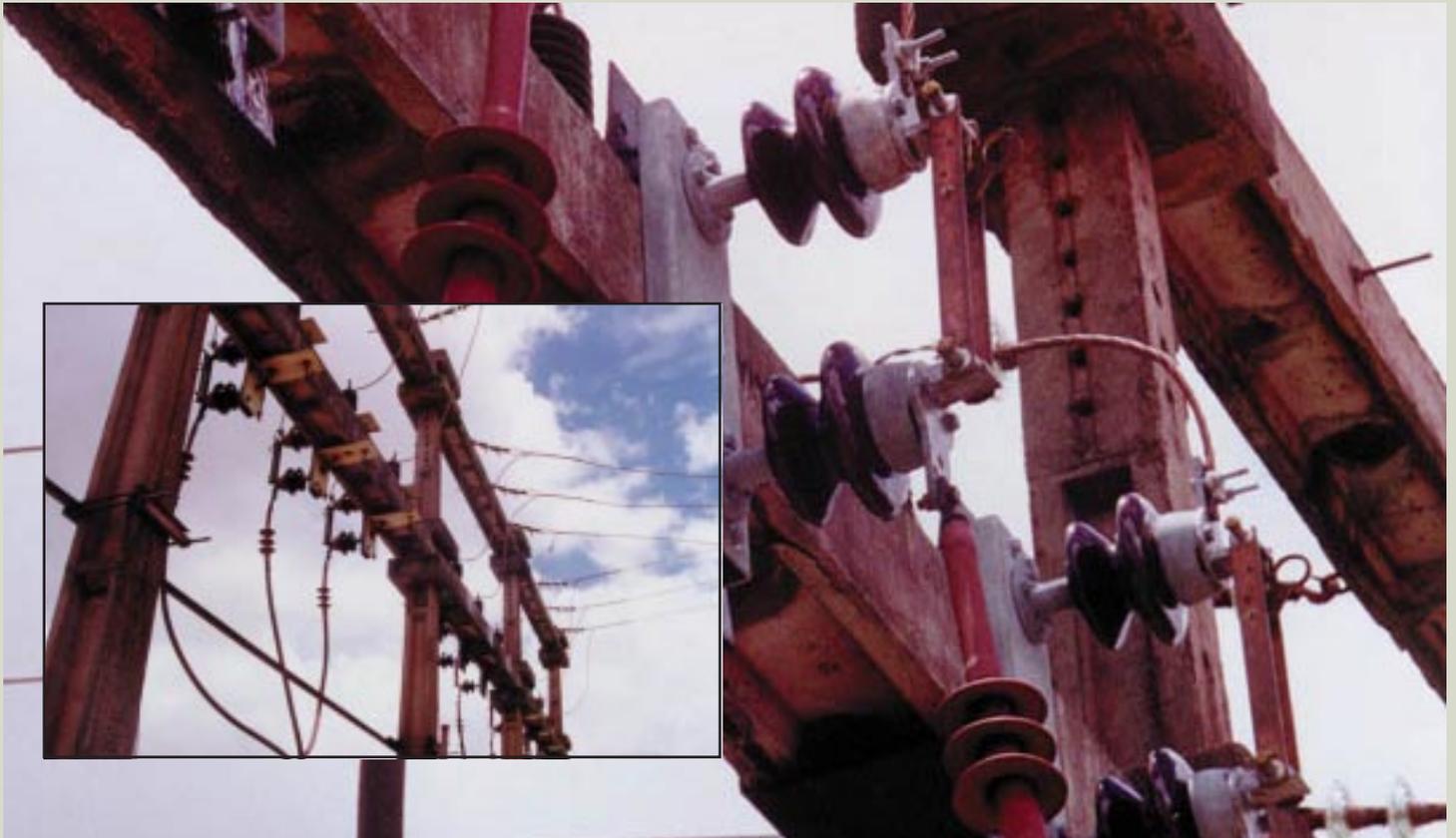
# **CONCREJATO**

SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S/A

- **Recuperação e Reforma de Estruturas**
- **Restauros e Reformas**
- **Manutenção Predial e Industrial**
- **Construção Industrial**

Rio de Janeiro - (21) 585-3335 • Fax: (21) 589-8967 / São Paulo - (21) 5506-6288 • Fax: (21) 5506-6789

Belo Horizonte - Brasília - Curitiba - Porto Alegre - Fortaleza - Salvador - Recife



Os postes de uma grande estação de entrada de energia elétrica de uma indústria siderúrgica são esbeltos e apresentam-se sem qualquer proteção superficial. O agravante é que a estação só pode receber serviços de recuperação/reforço durante apenas, três dias por ano. Já foram executados dois serviços de recuperação estrutural e, repare, novos sintomas de corrosão. A solução seria a utilização da Pastilha Z e uma aplicação de silano para preservação do aspecto do concreto.



Detalhe da laje reforçada com fibra de carbono.

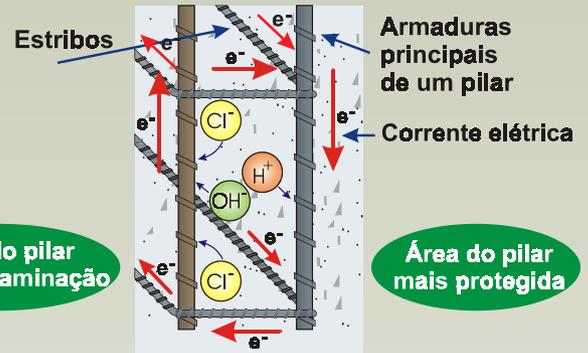
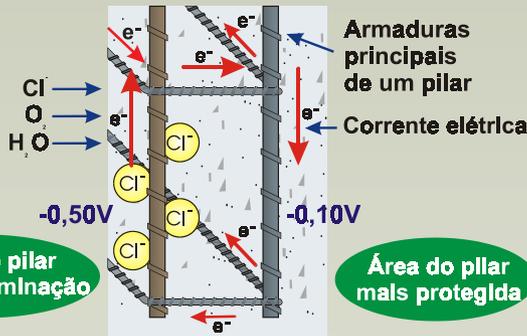
Esta laje, reforçada com chapas de aço devido a grandes deformações existentes apresentou, posteriormente, surgência de corrosão comprometendo todo o trabalho de reforço. A solução foi pela retirada das chapas, preparação das superfícies, seguida da instalação de Pastilhas Z e reforço com fibra de carbono.

# SAIBA MAIS SOBRE A CORROSÃO ELETROQUÍMICA

Antes de falarmos em corrosão das armaduras é conveniente recordar sucintamente algumas noções fundamentais sobre a estrutura do aço. Sabemos que um metal quimicamente puro e rigorosamente homogêneo não pode sofrer corrosão. O aço da construção

de sódio, potássio e de cálcio em sua composição, o concreto apresenta um excelente meio de proteção para as armaduras de aço que compõem o concreto armado. No entanto, diferentes tipos de contaminação ocorrem no concreto, tornando-o "ativo" e, por que não dizer, con-

químicas. Reações de oxidação (produção de elétrons) dirigem-se para as regiões que tornaram-se anódicas, ao mesmo tempo em que estabelecer-se-ão reações de redução (consumo de elétrons) nas regiões catódicas que permanecem



está longe de ser um metal quimicamente puro, pois é uma combinação de ferro com carbono, contendo outros elementos metálicos, como silício, enxofre, fósforo, magnésio, etc. Ao sair do alto forno e depois de sofrer diversos tratamentos, o purificar e torná-lo utilizável nas nossas aplicações, o ferro, ao arrefecer, cristaliza em grãos com dimensões variáveis e muito reduzidas, que se ligam e soldam uns aos outros num conglomerado. Observa-se portanto que o aço é constituído por uma matriz de ferro com numerosos componentes metálicos diferentes. Facilmente se compreende que contém na sua estrutura micro-pilhas que podem originar a corrosão, logo que haja um eletrólito que as ponha em contato (veja RECUPERAR nº 27). Com o pH acima de 12, devido aos hidróxidos

dicionando-o a ser o pior ambiente para as armaduras. Algumas formas de contaminação são:

- O ingresso de íons cloretos, devido ao ambiente marinho.
- Gases ácidos.
- Dióxido de carbono que provoca a diminuição do pH do concreto.
- A introdução de íons cloretos na água de amassamento do concreto (excessivamente clorada).
- Aditivos químicos à base de cloretos.

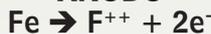
As diferenças nos valores encontrados dos potenciais (volts) ao longo das armaduras atuam como força motriz para elétrons fluírem através das barras, formando macrocélulas de corrosão, ao mesmo tempo em que servem como propulsoras para reações eletro-

(por enquanto) passivas, ocorrendo a redução do oxigênio. O íon hidrogênio (H<sup>+</sup>), gerado no anôdo, contribui também, notavelmente, para a corrosão, diminuindo o pH em torno das armaduras, chegando a valores entre 7 e 9. A medida que o processo de corrosão avança, originam-se, em torno das armaduras, produtos de corrosão que ocupam de 2 a 14 vezes o volume da barra original, criando enormes tensões de tração no concreto, superiores à sua resistência, originando trincas e deslocamentos.

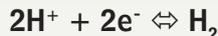
## AQUI ESTÃO AS REAÇÕES QUE OCORREM NAS ARMADURAS

(região contaminada)

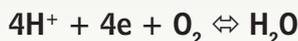
### ANODO



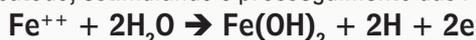
O ferro ioniza-se e os elétrons liberados migram...



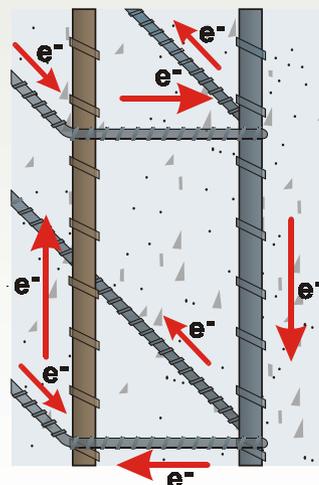
...sendo captados por íons hidrogênio, que passam a gás hidrogênio...



...e pelo oxigênio, abundante, que reduz lá nos domínios do catodo, estimulando o prosseguimento das reações...



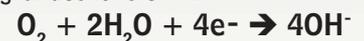
...que produzem o hidróxido ferroso (cor amarelada) aqui no anodo.



(região não contaminada)

### CATODO

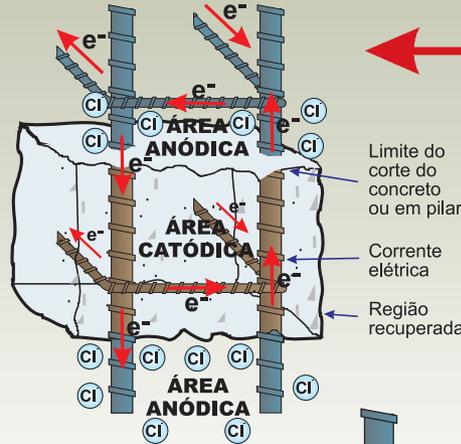
A presença do oxigênio e da água promove o aparecimento dos grandes íons OH<sup>-</sup>...



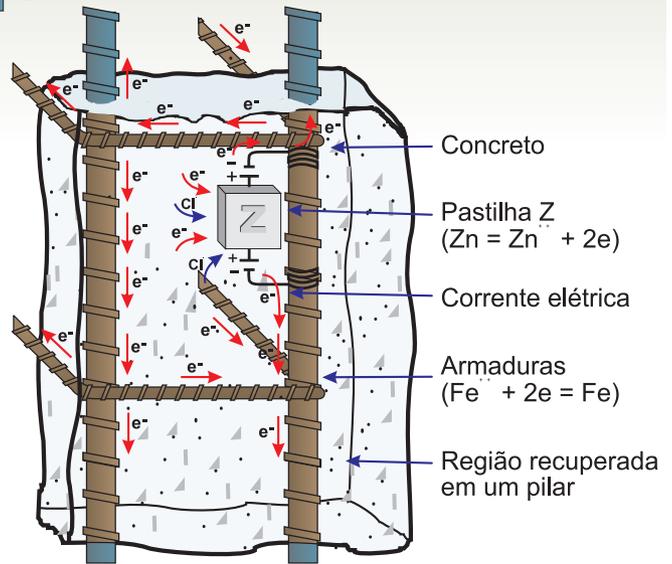
...que reagirão com o ferro ionizado, formando o hidróxido férrico (cor vermelho-marrom) aqui no catodo: a libertação dos íons OH<sup>-</sup> origina a formação de outras substâncias ferruginosas expansivas.

# COMO FUNCIONA O ANTÍDOTO PARA A CORROSÃO ELETROQUÍMICA

A proteção catódica, com anodo de sacrifício, é uma técnica eletroquímica que paraliza as reações de oxidação (produtoras de elétrons) nas armaduras, pela introdução de um anodo (metal) suplementar que reverte aquelas reações, obrigando que as armaduras, naquela região, tornem-se catódicas pelo estabelecimento de reações de redução (consumo de elétrons do zinco). Na verdade, forma-se uma verdadeira célula galvânica de zinco-ferro que produz uma força eletroquímica que acarreta excesso de elétrons no anodo (zinco) e uma ausência no catodo (ferro), evidenciada por novas reações de oxidação que geram elétrons no anodo de zinco (corroendo-o) e reações de redução que removem elétrons do catodo (armaduras). A matriz cimentícia ativada da pastilha se encarrega de receber os elétrons, fechando o circuito.



Situação típica que ocorre em uma recuperação normal, perpetuando um processo sem fim. Fortes macrocélulas eletroquímicas estabelecem-se junto a interface do concreto antigo, contaminado com a massa nova ausente de contaminação. A pequena distância entre o anodo e o catodo, juntamente com a grande diferença de concentração de íons  $Cl^-$  e do pH, promovem gradientes de potenciais que aceleram a corrosão naquelas áreas. Uma verdadeira faca de dois gumes que exigirá novas obras de recuperação mais cedo do que se imagina.



Após a execução da recuperação, poder-se-á medir a voltagem para conferir que o zinco tem maior tendência para ionizar do que o ferro e, portanto, confirmando a liberação de seus elétrons que entrarão nas armaduras em razão do processo de oxidação do zinco. Este processo de fornecimento de elétrons (do zinco) ao ferro das armaduras (corroídas) é uma redução, ocorrendo basicamente a reação  $Zn = Z^{++} + 2e$  no zinco e  $Fe^{++} + 2e = Fe$  nas armaduras. Repare que o ferro voltou à sua forma estável, instalando-se várias pastilhas (anodos) em série. Ao longo da região a ser recuperada, promove-se uma voltagem maior, aumentando o espectro de neutralização da corrosão.



## ELE ESTAVA TODO CONTAMINADO...

Contaminação no concreto armado e pretendido é fatal. O que se pode fazer para sabermos se o concreto está ou não contaminado? CHLOR-TEST é a única maneira de verificarmos se há ou não contaminação por íons cloretos, esses "bichinhos" que ativam a massa do concreto, tornando-a um "inferno" para o aço. CHLOR-TEST é um teste high-tec que, em apenas 3 minutos, o informa da existência daqueles bichinhos e sua quantidade. CHLOR-TEST é vendido em 3 versões:

- CHLOR-TEST "S" - para averiguar o estado de contaminação de superfícies de concreto e metálicas.
- CHLOR-TEST "W" - para checar a presença de concentrações perniciosas de cloretos na água de amassamento.
- CHLOR-TEST "A" - para verificar se sua areia de jateamento está ou não contaminada com cloretos.

Contaminado já basta o aí de cima  
Use **CHLOR-TEST**



Fax consulta n° 402



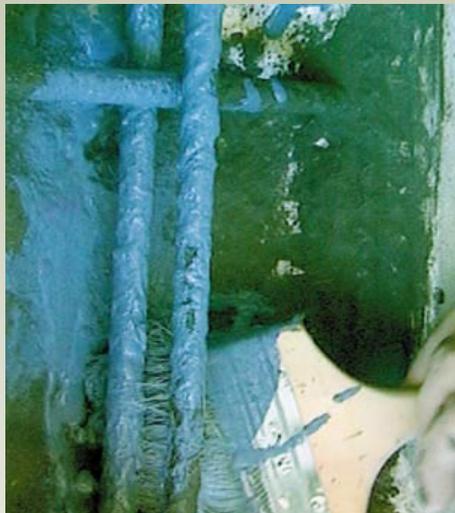
Superfícies de concreto aparente deverão receber, preventivamente, um silano como proteção, já que penetra nos poros e reage quimicamente com a sílica, impedindo a penetração d'água pela mudança do ângulo de contato da água com a superfície. O fato é que, na prática, aplica-se apenas uma tenra barreira com vernizes acrílicos, os quais formam filmes rígidos e totalmente permeáveis que nada protegem. A ausência de recobrimento adequado e a porosidade do concreto depõem ainda mais contra ele. A existência de deslocamentos deverá ser combatida com a Pastilha Z de menor tamanho (4cm x 4cm).



Pilar de ponte evidenciando células de corrosão com maior e menor intensidade. Repare a profundidade do corte e a existência de pequenas células (quase que pontos) de corrosão.

## APLICAR EPÓXI NA ARMADURA PIORA O ESTADO DE CORROSÃO?

Vamos por em cena, uma situação comum entre nós. Uma estrutura de concreto armado, junto a costa, apresenta deslocamentos e exposição de armaduras com processos de corrosão. Sabemos que o aço das armaduras do concreto não corrói ou permanece em estado passivo quando envolto em um ambiente alcalino. Sabemos também que haverá corrosão quando, durante a construção da estrutura, o concreto é produzido de forma heterogênea, não completamente passivo ou tornando-se ativo durante o decorrer de sua vida. A natureza nos informa que a corrosão é um processo eletroquímico e as células de corrosão são carregadas por diferentes potenciais (volts) existentes ao longo da superfície do aço, em razão da maior ou menor concentração de íons. Diante disto, questiona-se nos serviços de recuperação estrutural, por problemas de corrosão, a prática da aplicação de epóxi nas armaduras, após os trabalhos de limpeza das barras e antes da projeção da argamassa estrutural ou do micro-concreto, considerando-se a existência de regiões com concreto contaminado (pH baixo) e outras não contaminadas (pH alto), estabelecendo-se com isto, de forma não



A questionável aplicação de epóxi nas barras corroidas.

intencional, a criação localizada de macro-células de corrosão, em função do estabelecimento de contrastes entre a região recuperada e a antiga, em razão das diferenças de pH e da concentração de íons.

A região recuperada tornar-se-á, naturalmente, catódica em relação às áreas adjacentes, intocáveis e agora anódicas, pois apresentam contaminação e pH reduzido, embora sem qualquer problema de corrosão (ainda).

Uma das principais leis da eletroquímica da corrosão informa que dever-se-á dar

atenção à relação catodo/anodo, já que a taxa de corrosão é em função desta razão. De forma mais clara, quanto maior o catodo ou menor o anodo, mais rapidamente o anodo será destruído. Desta maneira, formaremos uma área catódica quando colocamos ou projetamos um concreto novo e ausente de contaminação sobre uma armadura, previamente limpa das carepas de corrosão, estabelecendo, desta forma, uma relação grande catodo – pequeno anodo com rápido consumo (corrosão) do anodo. De forma contrária, não fazendo o trabalho de recuperação, teremos, de forma mais “favorável”, uma relação pequeno catodo – grande anodo, pelo fato da região anódica existente estar sendo consumida a uma taxa menor. Com isto, conclui-se que não estaremos trazendo nenhum benefício à estrutura quando alteramos ou diminuimos a relação catodo/anodo. Revestindo as armaduras da região recuperada com um material dielétrico (epóxi), estaremos reduzindo a área de aço exposta ao ambiente do concreto e, portanto, diminuindo a relação catodo/anodo.

## COMO APLICAR PASTILHA Z



1 O corte do concreto comprometido e a surgência de armaduras em estado são.



2 Após o corte e o estabelecimento da área recuperada, foi feita a instalação de novos estribos, acompanhado da escovagem para retirada das carepas de corrosão, permitindo-se uma boa ligação com os arames da pastilha. O arame é fixado com alicate.



3 Instalação da Pastilha Z. É desejável que se verifique a continuidade elétrica entre a pastilha (arame de fixação) e a armadura, com um simples multimetro.

ônus para o proprietário. Situação muito comum, na verdade, que já ocorreu e ocorre com muitas empresas de recuperação.

Detectando e medindo as diferenças de potencial existentes nas superfícies do concreto, com uma semi-pilha, levantam-se áreas das armaduras com presença de corrosão, com base nestas diretrizes da ASTM C-876:

- Se os potenciais de corrosão (volts) em uma determinada área são mais positivos que  $-0,20$ volts, há uma probabilidade superior a 90% de não ter corrosão na região analisada, no dia do teste.
- Se os potenciais de corrosão estão situados entre  $-0,20$ volts e  $-0,35$ volts a atividade de corrosão é incerta no dia do teste.
- Se os potenciais de corrosão, em uma determinada área, são mais negativos que  $-0,35$ volts há probabilidades maiores que 90%, de haver corrosão na região analisada no dia do teste.

Maiores detalhes sobre o uso da semi-pilha na RECUPERAR nº 6.

### Tratando a causa da corrosão com a PASTILHA Z

A PASTILHA Z é um anodo que promove a proteção contra a corrosão, neutralizando as pilhas anodo/catodo geradoras, surgidas ao longo das armaduras. É composto por um núcleo de zinco, especialmente formulado para esta função, envolto em uma matriz cimentícia ionicamente condutiva, que serve de eletrólito.

Este anodo, uma vez instalado com conveniente espaçamento, neutraliza a corrente elétrica geradora do processo de corrosão, entre anodos e catodos ao longo das armaduras, produzindo elétrons para, a partir do zinco, irem para as barras e, retornando através do eletrólito (envoltório de cimento ativado). Desta forma, ocorre o que poderíamos denominar de “congelamento” ou “neutralização” das pilhas (anodo/catodo) de corrosão existentes em estruturas comprometidas ou que pudessem surgir, no caso de obras novas.

Sua vida útil depende de vários fatores, como a densidade das armaduras, a condutividade do concreto (geralmente boa para o nosso ambiente com umidade relativamente alta), o número de pastilhas instaladas e seu espaçamento.

É interessante ressaltar que a corrente galvânica gerada pela pastilha ao longo das barras das armaduras pode ser monitorada, após a sua instalação, confrontando-se com as medidas anteriores com processo de corrosão. A presença da Pastilha Z estende a vida útil das recuperações estruturais para períodos superiores a 15 anos.

Sua utilização é particularmente indicada nas obras de recuperação estrutural de indústrias químicas e obras junto a costa, onde o ambiente é 100% hostil às armaduras ou cabos de protensão do concreto.

#### Fax consulta nº 403

Para ter mais informações sobre PASTILHA Z

Click aqui:

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

#### REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologia da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor técnico de diversas empresas.
- The Physical Chemistry of Eletrolytic Solutions, Harned.
- Experimental and Theoretical Electrochemistry, Dole.
- Textbook of Electrochemistry, Kortüm e Bockris.
- Oxidation States of the Elements and Their Potentials in Aqueous Solutions, Latimer.
- Eletrometric PH Determinations, Botes.
- Time to Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete, K.C. Clear and R.E. Hay.
- Corrosion Protection Properties of Portland Cement, J.E. Slates.
- Solving Rebar Corrosion Problems in Concrete, K.C. Clear e Yash Irmani.

# RECUPERAR

Escrita por engenheiros  
para engenheiros.  
Assine hoje mesmo!

tel.: (21) 493-6862

fax: (21) 493-5553



## ZTP Protege Barragens

Zinco termo projetado (ZTP) mostra ser a melhor barreira de proteção contra a surgência de corrosão nas comportas metálicas de barragens.

**Carlos Carvalho Rocha**



Grandes barragens foram feitas para durar quantos anos? Quais os critérios técnicos que entram no planejamento dos serviços de recuperação (ou de manutenção

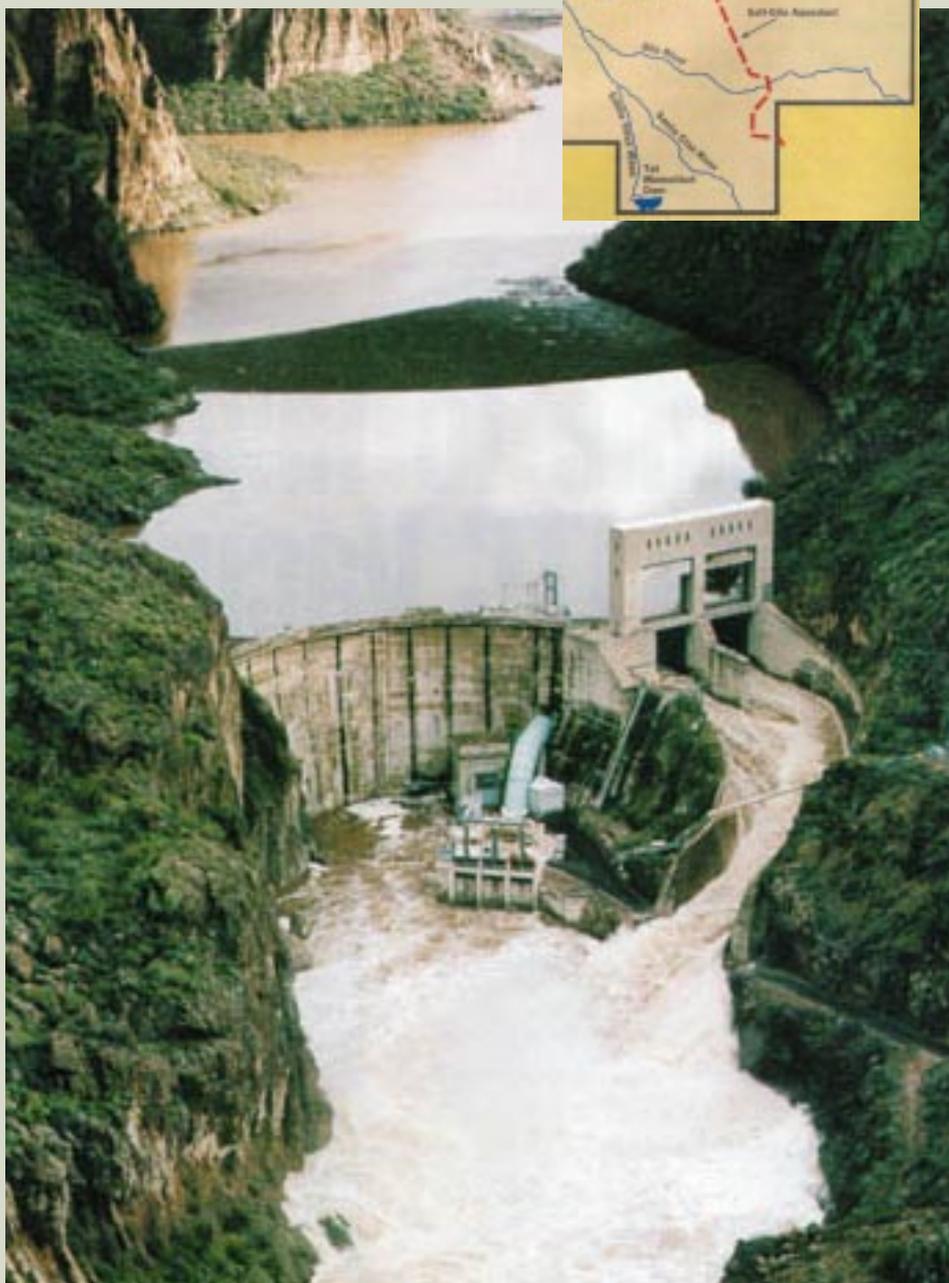
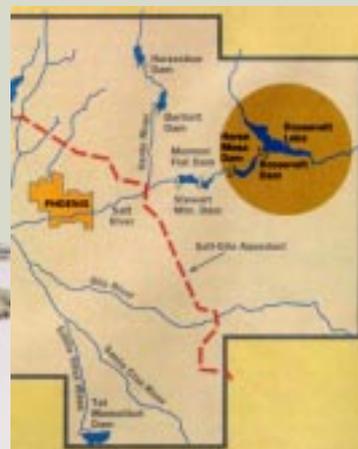
, como queiram) de um estrutura que foi planejada para durar 500 anos? Quantos anos de garantia dever-se-á exigir nos serviços de manutenção/recuperação? O critério de compatibilidade (veja RECUPERAR nº 25) entre materiais é adotado? Consideramos que em obras de barragens existem grandes massas de concreto que fogem da realidade das empregadas em estruturas nas cidades.

Nossas grandes barragens tem cerca de 40 anos e, nesta etapa, apresentamos informações sobre uma barragem americana, a de Mormon Flat no Rio Salt (gera eletricidade e água para irrigação), situada na grande Phoenix, Arizona, que está fazendo um século, questionando seus critérios de manutenção/recuperação até então adotados e os que serão empregados para o futuro. Acreditamos ser de grande interesse para nós as questões adotadas nesta matéria, considerando-se, neste assunto, o sistema de proteção empregado nas duas comportas metálicas daquele vertedouro, com utilização de ZTP (Zinco Termo Projetado) há vinte anos atrás.

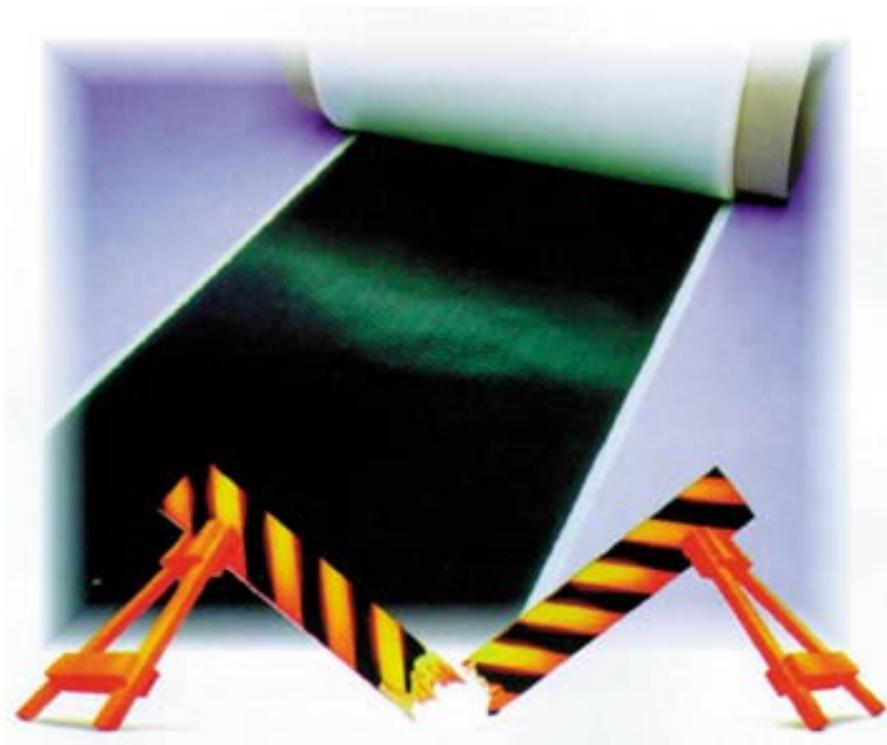
### Modificando uma situação

O rio formado à jusante do vertedouro da barragem de Mormon Flat ocupa 34 mil km<sup>2</sup> e é alimentado também pelo rio verde. Esta é uma barragem de concreto em arco, com 70m de altura, e suas duas comportas têm, cada uma, 15m por 15m. As estruturas das comportas são totalmente metálicas, do

A barragem Mormon e sua localização. Repare que a barragem Theodore Roosevelt é a primeira linha de defesa em uma série de quatro barragens no Rio Salt.



# FIBROCARBONE...



**...Quebra Barreiras.**

**Reforce qualquer peça de concreto armado,  
de maneira simples, sem grandes mobilizações  
e transtornos na obra.**



**A manta de fibra de carbono, definitivamente,  
introduziu a maneira high-tech de reforçar concreto  
armado.**

**Fibrocarbhone** é a associação da manta de fibra de carbono com resina epóxi para ser aplicado em superfícies de pilares, vigas e lajes de pontes e edificações, aumentando substancialmente a integridade estrutural e a resistência à corrosão. Sua aplicação é extremamente rápida. Faça um hidrojateamento de areia, aplique o primer e, a seguir, a base epóxica. Ao mesmo tempo, aplique a manta na superfície e depois o acabamento epóxico.

**Fibrocarbhone** é vendido em rolos de 50m de comprimento, com largura de 50cm.

Fax consulta n° 250

## FIBROCARBONE



A aplicação do zinco termo projetado (ZTP) é simples e extremamente rápida.

tipo rebitada e é movimentada verticalmente por equipamentos existentes na casa das comportas, através de correntes.

Durante os primeiros 30 anos de operação ficaram submetidas, ora a condição de total imersão, ora a de total exposição à forte insolação existente naquele estado (no período de seca).

Em 1970, foram incorporadas duas novas turbinas às duas faces da barragem, aumentando substancialmente a capacidade de geração e de "pumpback". De dia a água passou a ser liberada para geração e à noite bombeada de volta ao lago para gerar eletricidade no dia seguinte.

Desta forma, as duas comportas metálicas passaram a ficar na condição de imersão

constante, sem qualquer possibilidade de manutenção, como vinha ocorrendo até 1970, quando dos períodos de estiagem. Esta situação foi analisada e questionou-se, naquele ano, qual seria o melhor sistema de proteção para a estrutura metálica das comportas.

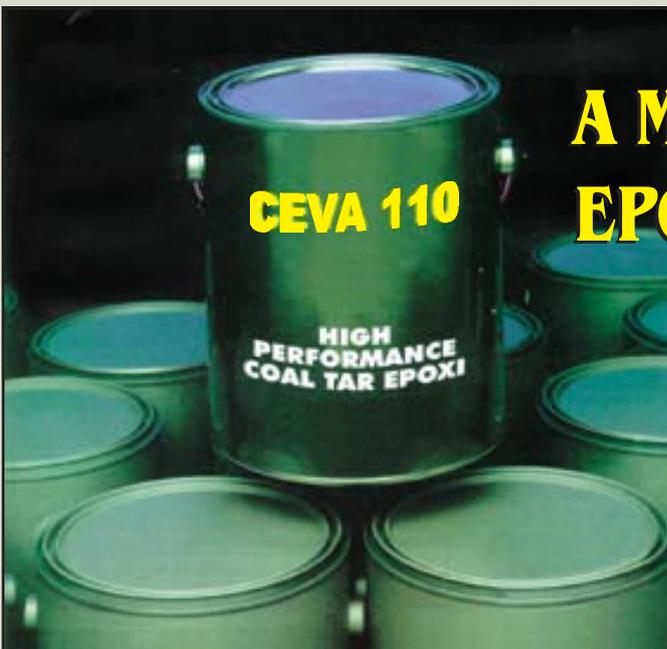
#### Como seria feito isso?

Todos nós sabemos que o melhor sistema de proteção é aquele que oferece o maior tempo de serviço, com a menor ou total ausência de manutenção. Até 1970, as comportas da barragem experimentaram uma série de revestimentos protetores, que apresentamos a seguir, em ordem de utilização:

- Esmalte à base de alcatrão.
- Emulsões à base de alcatrão.
- Epóxi de alcatrão.
- Sistemas à base de resinas vinílicas especificadas pelo Bureau of reclamation (VR-3 e VR-6).

Todas estas tintas promoveram décadas de proteção contra a surgência de corrosão na estrutura metálica das comportas, mas exigiam manutenção periódica, resultado dos trancos que, sua superfície, recebia, proveniente do entulho que estocava. Por outro lado, sempre apareciam trincas na pintura junto às cabeças dos rebites e nas extremidades das comportas, o que deixava o pessoal de manutenção preocupado e ávido por logo recuperar aquela proteção, já que a tolerância à surgência de corrosão, na estrutura metálica, era bastante pequena. Se nestes quase setenta anos de manutenção a possibilidade do desenvolvimento de qualquer processo de corrosão era inaceitável, por isso logo combatido, agora na condição de imersão constante passaria a ser um grande problema e uma grande ameaça à rápida destruição das comportas.

A solução veio do sistema de proteção empregado em diversos equipamentos metálicos antigos de transmissão e distribuição existentes nas casas de máquinas. Estes equipamentos eram protegidos, de fábrica, com ZTP, técnica esta iniciada no começo do século para uso exclusivo em estruturas metálicas. Estes equipamentos apresentavam de trinta a quarenta anos de trabalho sem qualquer sintoma de corrosão. Al-



## A MELHOR OPÇÃO PARA O EPÓXI TRADICIONAL

**Protege e impermeabiliza todo tipo de estrutura e piso.**



Fax consulta nº 381



A película de ZTP mostrou ser a melhor barreira de proteção contra a corrosão, já que não apresenta os problemas inerentes às resinas como furos durante a aplicação, que arruinam a película em pouco tempo, exposição a radiação UV e a própria rigidez do filme. Com apenas meio milímetro (500 micrômetros) estabelece-se um plano de garantia superior a 20 anos.

gumas vantagens adicionais são evidenciadas abaixo:

- Após o jateamento e limpeza das superfícies, é aplicado o ZTP. A estrutura assim protegida entra imediatamente em trabalho, pois não exige tempo de cura.
- O ZTP não é afetado pela radiação UV.

• O tempo de vida útil de estruturas metálicas tratadas com ZTP é, seguramente superior a 20 anos. Com base nestes aspectos e na performance dos equipamentos, anteriormente tratados com esta técnica, foi sugerida a aplicação de uma película de ZTP nas duas comportas, de modo a garantir total ausência de manutenção a partir daquele ano (1970). Considerando-se os aspectos do ambiente local e o desejo da direção da barragem de ter, pelo menos, 30 anos sem manutenção, foi projetada a aplicação de uma película média de 200 micrômetros nas superfícies das duas comportas.

metro, deixando, em média, 50cm da parte superior da comporta em total exposição à forte insolação do deserto. No início dos anos 90, foi feita a vistoria utilizando-se um pequeno robô que dispõe de um sistema especial de visão, inclusive para águas turvas. O resultado foi a total ausência de corrosão nas duas comportas, até mesmo na região dos rebites, não se verificando nem a chamada corrosão branca do zinco. Aquela situação de danos, que constantemente se verifica nas superfícies das comportas, motivada pelo tranco de grandes entulhos não foi observada. A conclusão foi de que, após 22 anos de serviço o revestimento protetor anti-corrosão estava em excelentes condições. De acordo com as medições realizadas com o medidor ultra-sônico de película nas regiões superiores das comportas, constatou-se que a taxa de corrosão do zinco foi extremamente pequena, podendo-se estimar uma vida útil de cerca de 50 anos para o sistema de proteção catódica com ZTP aplicado, sem que haja qualquer processo de corrosão.

### Dicas importantes acerca do ZTP

A aplicação do ZTP em estruturas metálicas está fazendo cerca de 100 anos, havendo inúmeras estruturas, entre elas pontes, edificações, torres metálicas etc, com cerca positiva de 50 e 60 anos com 100% de performance em relação à surgência de corrosão. Sua utilização é sugerida inclusive para reservatórios ou castelos d'água metálicos.

### Recuperação após 20 anos

Embora, teoricamente, os 15 metros de altura das comportas fiquem na condição de imersos, diariamente ocorre uma pequena variação do nível do lago, em torno de 1

## Resistividade do Concreto

Também é importante.

**Um bom ambiente elétrico, tanto no concreto armado quanto no protendido, favorece o desenvolvimento da corrosão. Resistividade elétrica só com RESI**

Fax consulta nº 353





A aplicação de barreira protetora com tintas não oferece garantias superiores a 5 anos.

Algumas dicas são apresentadas abaixo, no sentido de melhor entender a performance do ZTP.

- As superfícies metálicas a serem tratadas com ZTP deverão ser analisadas para a possibilidade da existência de contaminação por íons cloretos, após o hidrojateamento de areia. Dever-se-á analisar a existência destes íons na areia de jato através do chlor-test S e na própria superfície, após a limpeza com o chlor-test A. Caso se constate contaminação, remova-a antes da aplicação do ZTP, pois certamente provocará a ruína por adesão entre o zinco e o aço.
- Determine a espessura mais adequada de zinco a ser aplicado. Espessuras da ordem de 150µm garantem cerca de 20 anos em regiões não costeiras.
- Hidrojateie primeiro parafusos, rebites e todas as peças salientes. Aplique o ZTP, primeiramente nestas regiões, com a metade da espessura especificada. Juntas de um modo geral também deverão ser previamente testadas.
- A adesão entre o zinco e o aço é apenas mecânica. Logo, exige-se um perfil de superfície suficientemente rugoso para obter-se uma boa aderência.
- Diferentemente dos processo de pintura tradicionais, com o ZTP não há tempo de cura, problemas de adesão entre películas (1ª e 2ª demãos) e necessidade de imprimação.

- Em ambientes altamente corrosivos ou mesmo antes da surgência de chuvas, exigirá-se uma fina película de ZTP após o hidrojateamento. Posteriormente, aplicar-se-á o restante da película especificada.
- Dever-se-á dividir as diversas regiões de aplicação, de acordo com o tipo de exposição e as espessuras aplicadas, documentando-se para futuras averiguações.
- Lembre-se de que é essencial ter uma grande relação entre as áreas de aplicação de zinco e a do aço, de modo a manter uma insignificante taxa de corrosão do zinco. Em números, é necessário que a área total da superfície do zinco aplicado seja de pelo menos 3 a 4 vezes o tamanho da área do aço exposto.

#### Fax consulta n° 404

Para ter mais informações sobre Zinco Termo Projetado.

Click aqui:

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

#### REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Salt River Project, John Brodor, P.E.
- Journal of Protective Coatings and Linings.

## O Princípio é o Mesmo...



A corrosão que existe nas armaduras do concreto armado e protendido é um processo semelhante ao encontrado em pilhas comuns. Uma região positiva (catodo) interligada, através de um eletrólito (concreto), a uma região negativa (anodo), gera corrente e voltagem elétricas. Ao longo das armaduras ou cordoalhas formam-se milhares de pilhas como esta, funcionando até o limite em que o aço é corroído ou se rompe. O processo tradicional de recuperação não desliga o processo eletroquímico causador da corrosão, apenas trata dos seus efeitos.

A única maneira 100% eficiente de tratar a corrosão é aplicando um outro metal, que formará uma pilha com o aço, neutralizando o processo de corrosão deste último.

Aplique Zinco Termo Projetado (ZTP) e pare de dar pilha aos processos de corrosão em sua obra de concreto armado, protendido ou de estrutura metálica, independente do ambiente, seja industrial ou marítimo. O plano de garantia é superior a vinte anos e não custa um centavo de manutenção. Pense na sua tranquilidade.

Não dê pilha à corrosão.

Dê pilha de proteção.

Dê

# ZTP



Fax consulta n° 355



## O Elastômero Perfeito

Saiba como escolher o elastômero ideal para a sua junta.

### Michelle Batista



Há séculos temos usado elastômeros (também chamados de selantes) na construção civil para calafetar todo tipo de juntas que necessitem impermeabilidade.

Historicamente, começou-se com os “elastômeros” à base de betume há cerca de 4.000 anos atrás, sendo que, incrivelmente, no (nosso) mercado ainda se oferece este pobre material elastomérico. A partir da introdução dos elementos pré-moldados, por volta dos anos 50, paralelamente, foram sendo introduzidos produtos com verdadeiras características elastoméricas como os silicões, acrilatos e poliuretanos.

#### A história dos elastômeros na construção civil

- Produtos à base de betume ..... 2000AC
- Produtos à base de óleos ..... 1700DC
- Polissulfetos à base de butílica ..... 1950
- Silicone (monocomponente) ..... 1959
- Polímeros modificados com betume ..... 1960
- Acrilatos ..... 1962
- Poliuretano (bi-componente) ..... 1964
- Poliuretano (monocomponente) ..... 1968

#### Os Verdadeiros Elastômeros

Podemos e devemos chamar de verdadeiros elastômeros para o calafetamento de juntas, de modo a torná-las impermeáveis, independentemente do comportamento dos dois lados “solidarizados”, aqueles polímeros formados, basicamente, pela resina (aglomerante) e com a adição de cargas, pigmentos, plastificantes e outros aditivos



Em estádios, dever-se-á exigir o melhor elastômero, associado a uma mão de obra conscientizada da importância da junta e com a melhor técnica de aplicação.

como aceleradores e os agentes que promovem intensamente a adesão ou colagem do produto na superfície. A resina ou o aglomerante, como já dissemos, dão aos elastômeros as principais características. Logo, torna-se importante conhecer os polímeros envolvidos. Os polímeros mais comuns, usados como aglomerantes na formação dos elastômeros dependem do seu mecanismo de cura e, obrigatoriamente, possuem ligações cruzadas em suas cadeias, de modo a dar-lhes características elastoméricas. O processo pelo qual introduz-se uma rede de ligações cruzadas (interligação) no polímero, para formar o elastômero que desejamos em nossa junta, chama-se vulcanização. Esta técnica transforma aquelas borrachas termoplásticas sem qualquer propriedade mecânica útil e que não servem para colocar

numa junta em um forte elastômero. Na página 24 apresentamos as propriedades típicas dos elastômeros comerciais, simbolizados pelos polímeros que os estruturam. É indiscutível a predominância, no mercado, dos elastômeros de silicone e poliuretano e, incontestável também a superioridade do último em relação ao primeiro, principalmente pelas qualidades de adesão em superfícies porosas e pelo grande desnível em relação à resistência à tração. Com relação ao alongamento é comum se obter valores de até 900% para os elastômeros de um modo geral.

#### Como são os poliuretanos

Os elastômeros de poliuretano podem ser formulados como produtos de um ou dois componentes. No primeiro, a resina de iso

# Melhor que metacrilato



Preencher e monolitizar trincas e fissuras no concreto estrutural ficou mais fácil com o revolucionário sistema epóxico PP50. Isento de solventes, com 100% de sólidos, possui viscosidade praticamente igual a da água. Basta verter e pronto. Sua estrutura está novamente monolitizada. PP50 só tem dois componentes. PP50 é um potente monolitizador, superior ao metacrilato pelo preço e pela facilidade de aplicação. Ideal para aplicação em estruturas com trincas e fissuras como lajes, pisos industriais, lajes de vertedouros etc.

PP50 na sua estrutura

Fax consulta n° 399

# Perfurações e Cortes



Apresentamos as melhores máquinas de corte com discos diamantados, que podem ser operadas por controlador remoto wireless.



Trabalho rápido e silencioso



Realizamos com o melhor equipamento e tecnologia de ponta para atender suas necessidades.

Quando for necessário, podemos realizar as estruturas com o sistema de corte de concreto com o melhor equipamento para isso.



## EXERCÍCIOS:

- Furos em concreto até 18"
- Extração de corpos de prova
- Furos e clivagens de amarelo
- Serviços especiais com vibrações



Fones: (011) 4224-4697 e 4227-5044  
Tel/Fax: (011) 4224-6707

Propriedade	Estireno Butadieno	Polisulfeto	Acrilato	Butila	EPDM (monômero de Etileno Propileno Dieno)	Neoprene	Silicone	Poliuretano
Resistência à tração (em MPa)	25	8	15	21	21	28	10	57
Alongamento (%)	700	400	400	700	—	700	700	700
Relação tensão/deformação (módulo) feita com 300 a 400% de alongamento (em MPa)	17	10	—	7	—	7	—	8
Adesão	Excelente	Pobre	Boa	Boa	Excelente	Excelente	Pobre	Excelente
Temperatura máxima de trabalho (°C)	110	80	150	100	150	100	230	100
Resistência ao tempo	Fraca	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

cianato pré-reage com um polioliol para formar um pré-polímero, disponível em cartucho que, quando aplicado na junta, a umidade do ambiente migra para dentro do elastômero, promovendo a sua cura. Na situação bi-componente, o primeiro componente é um isocianato ao passo que o segundo, que promove a cura, é formado por polioliol e aminas. Quando os dois componentes são misturados, em proporções adequadas, promove-se a cura e a formação de um elastômero com excepcional qualidade.

Infelizmente, no mercado, existem elastômeros de poliuretano, de boa e má qualidade, que poderão não atender à sua necessidade para uma determinada solicitação e, num tempo curto, entrarem em processo de ruína. Torna-se necessário conhecer suas características e questionar, junto ao fornecedor, como aplicar adequadamente o produto, de modo a não lhe causar problemas com a garantia. Queremos dizer que não é só comprar o produto e aplicar. É necessário saber se o produto atende à norma ASTM C920 e aos requisitos da especificação ame-

## Recuperação e Reforço Estrutural




Desde 1975




- concreto projetado
- restauração de fachadas
- reforços com fibra de carbono

# TECNI'POL

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

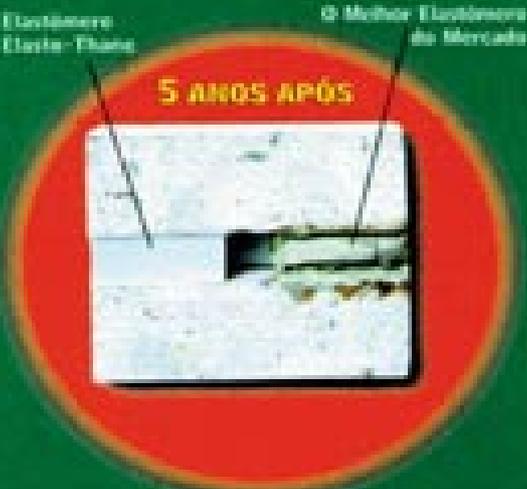
**Fone: (011) 573-0609 Fax: (011) 575-4028**

# ELASTO-THANE

## SELANTE ELASTOMÉRICO DE POLIURETANO

### R\$ 11,10 O CARTUCHO

O selante elastomérico de poliuretano ELASTO-THANE é o mais vendido no mercado norte americano. Saiba a razão desta preferência. Peça o melhor elastômero de poliuretano pelo melhor preço do mercado. Disponível nas cores branca, calcária, cinza e branca.



Fax: (011) 575-4028

# CEVA DECK 300

Impermeabilidade e durabilidade exige flexibilidade contínua.

Nada de mantas asfálticas,  
recobrimentos e tempo perdido.



reservatórios e estádios exigem CEVA DECK 300.

Exija epóxis flexíveis.  
Exija CEVA DECK 300.

No mundo inteiro, hoje, utilizam-se membranas epóxicas flexíveis para impermeabilização, com excelente resistência ao tráfego de carros e pessoas, além de grande resistência química. Ideal para ambientes industriais. CEVA DECK 300 é uma membrana epóxica flexível, extremamente resistente, normalmente utilizada em pavimentos de garagens, play-grounds, marquises, áreas industriais e comerciais.

**Tecnologia com 100% de sólidos.**

-POXY  
INDUSTRIES, INC.



Vista em corte das aplicações dos elastômeros.

ricana TT-S-00230C/TT-S-00227C. Comparando-se os diversos produtos, segundo uma mesma norma, poder-se-á, de maneira sensata, comprar o mais barato. De outra forma, poder-se-á estar comprando um problema, sem saber, apenas confiando no fato de ser um elastômero de poliuretano.

Os elastômeros à base de poliuretano sofrem de tensões de relaxação muito interessantes que, quando submetidos a processos de alongamento constante, minimizam substancialmente as tensões nas superfícies de colagem. Sua resistência ao rasgo, após a cura do polímero, é superior, evitando o desencadeamento do chamado efeito zíper (rápida propagação do rasgo).

A compatibilidade entre os revestimentos, sejam eles tintas cerâmicas, mármore etc, e o elastômero de poliuretano é bastante conhecida e de fundamental importância para superfícies expostas ao tempo e, particularmente, para fachadas de edificações. Torna-se necessário esperar que o elastômero tenha todo o tempo necessário para a sua cura, antes que se faça aderir qualquer tipo de tinta.

### Situações de ruína nas juntas

Um processo de investigação, recentemente executado na Europa, abordou as falhas e o colapso de juntas de fachadas, tornando claro aquilo que já se presumia – 22% dos casos de ruína das juntas, nas edificações, ocorreram devido à especificação imprópria do produto, 20% por defeito do material elastomérico e 58% devido a aplicação inadequada do produto. Embora já se saiba de outros levantamentos e investigações a respeito, que divergem muito pouco dos números evidenciados acima, reforçamos que, ao se tratar uma junta é necessário estar atento para se obter a melhor combinação entre o projeto da junta (se houver), o material a ser especificado e a aplicação. Devemos admitir que em nossas obras a terceira etapa, normalmente, cai na mão de empresas ou profissionais que nada têm a ver com este importante local da obra ou, simplesmente, a executam pensando apenas que

o puro enchimento da junta é etapa concluída. Só para refrescar a memória, citamos a seguir as quatro categorias de ruína em que uma junta vai parar no caso comum da desatenção entre aquelas combinações desajustadas:

#### • Falha na adesão do elastômero com as bordas da junta

O elastômero é selecionado incorretamente pois não conseguiu absorver a movimentação real da junta. Havia imperfeições (qualidade da superfície) nas bordas e na abertura da junta. Ausência de primer. Nesta etapa, dever-se-á atentar para o fenômeno da nata que fica na superfície do concreto, o que, na verdade é apenas uma fina película de “finos” ou material pulverulento na qual nada adere bem.

#### • Falha na coesão do elastômero

O elastômero foi colado incorretamente nas três faces da junta (o terceiro lado é o fundo da junta). Movimento inesperado ou imprevisível na junta incompatibilizou o elastômero que não suportou e abriu uma trinca no meio da massa do elastômero (borracha). Esta situação ocorre com frequência durante a cura total do elastômero (21 dias para o monocomponente). Mistura inadequada para o caso do elastômero de dois componentes (7 dias de cura).

#### • Bolhas

Superfícies muito porosas liberam bolhas de ar (ou água na forma de vapor) quando a temperatura aumenta, coincidido com a aplicação do elastômero. A simples aplicação física do produto promove a formação de bolhas de ar. Logo, atenção.

#### • Descoloração

Alguns elastômeros apresentam manchas ou perdem a cor com a incidência da radiação solar (UV).

Do pessoal que deverá aplicar o elastômero, só basta exigir a adequação do produto à norma ASTM C 719, para a superfície a ser trabalhada, já que este teste lhe dirá se o produto é bom mesmo. Em resumo, esta norma exige que o elastômero, após aplicado em uma junta teste, cure durante os 21 dias regulamentares. Após a cura, o produ-

to é posto dentro d’água por uma semana. Isto ajuda a curar o produto. No entanto, começa a influenciar também em seu processo de adesão nas duas superfícies da junta. Na etapa seguinte, a junta teste é posta em um forno a 65°C sob tensão de compressão. Trata-se da pior parte do teste. A seguir, a junta teste é posta em uma máquina que simula, alternadamente, ciclos de tensões de compressão e tração. Se o elastômero ainda estiver trabalhando, irá sofrer mais 10 dias de testes.

Caso o elastômero passe neste teste, já com conhecimentos suficientes de aplicação, poder-se-á calafetar a junta e assinar embaixo.

**Fax consulta nº 405**  
 Para ter mais informações sobre Juntas.  
 Click aqui:  
<http://www.recuperar.com.br>

**REFERÊNCIAS**

- Michelle Batista é Química.
- “Facades: errors can be expensive”. engineering new records
- Specifications that waterproofing contractors need to know, Herome Klosowck
- Expansion joints in buildings, technical report nº 65, National Academy of Sciences - National Research Council.
- Guide to Sealing Joints in Concrete Structures - ACI Committee 504.
- Sealant, waterproofing and restoration institute applicator magazine.

Na RECUPERAR você encontra uma verdadeira assessoria técnica ao seu problema, em sua construção.

Assine  
**RECUPERAR**  
 (21) 493-4702



## MAZ

# Uma nova maneira de interromper a corrosão

Carlos Alberto Monge



Estruturas de concreto armado e protendido, particularmente as que têm contato direto com ambientes críticos como pontes marítimas, indústrias químicas de processamento e estações de tratamento de água e esgoto, têm nos serviços de recuperação/reforço estrutural um problema comum. A maioria destas estruturas, construídas a partir dos anos 60 já experimentaram dispendiosos serviços de recuperação motivados essencialmente por uma única causa: a corrosão. Nós, da área de construção e recuperação, fomos educados para ver o concreto arma-

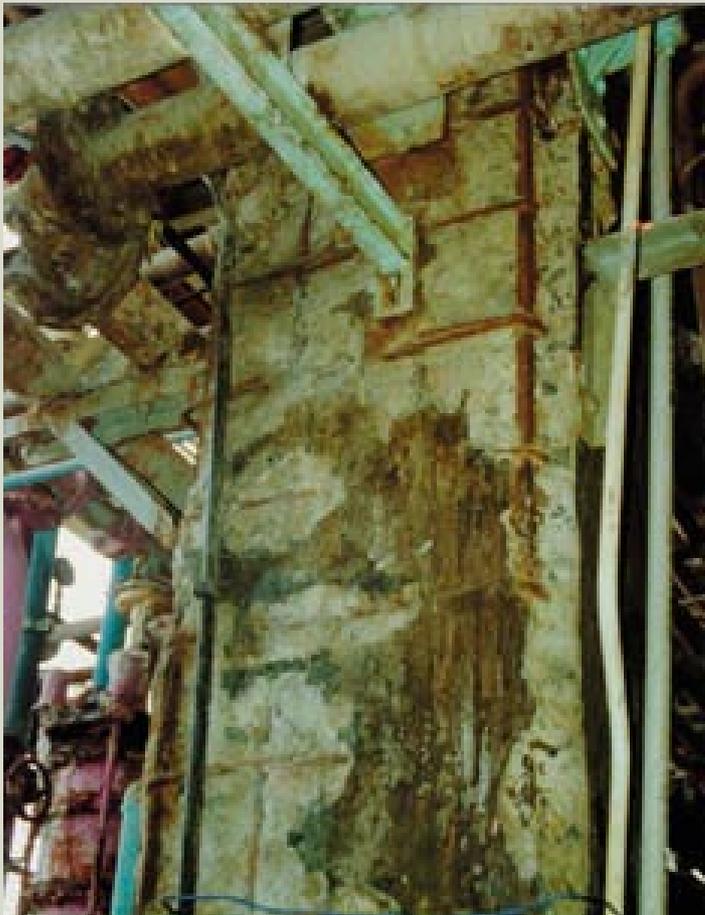
do (e principalmente o protendido) como materiais eternos. Como consequência, fomos também habituados a “ver” a corrosão, quando de sua surgência, apenas. O que significa aceitar a cara política do “deixar acontecer” para, finalmente, depararmos com aquela situação terminal do deslocamento.

Centenas e centenas de obras de recuperação motivadas por processos de corrosão acontecem todos os anos. Uma bela indústria alimenta esta situação, seja pela venda de materiais específicos, seja pela execução dos serviços ou pelos especialistas ou consultores da área que elaboram os projetos.

Uma formidável máquina correndo atrás dos efeitos da corrosão.

### Novos tempos, novos conhecimentos.

A causa é a corrosão das armaduras dentro do concreto, seja armado ou protendido. Nossa umidade, sempre muito alta, aliada à maresia (íons cloretos) de nossas costas e ao danado vício da ausência do recobrimento do concreto que aceitamos em nossas obras, se combinam para criar um ambiente corrosivo em torno das armaduras. A umidade em que as armaduras corroem, aumen-



Em ambientes industriais, como nesta indústria de processamento químico, as peças estruturais já receberam diversos tipos de recuperação estrutural, sempre atacando-se os efeitos da corrosão. Uma ótima solução seria o uso da MAZ.

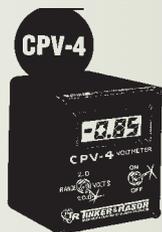
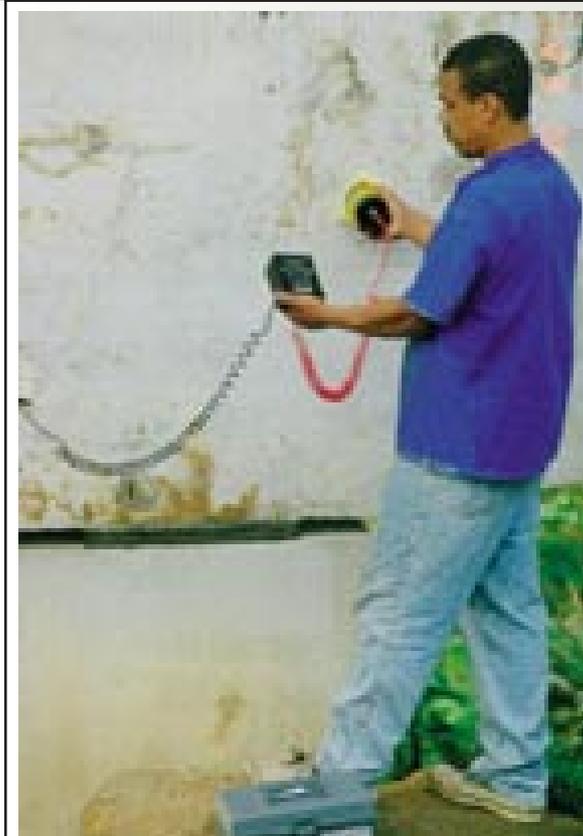


Nesta outra indústria, um dos pilares, embora com aspecto melhor que o do lado, apresenta sintomas tão ou mais graves. Repare que apresenta uma extensa trinca vertical, motivada pela alta corrosão da última camada da armadura, além de trincas de menor calibre, também verticais e paralelas. São necessários reforços estruturais e o ataque à causa da corrosão.

tam de volume em relação às seções originais, criando forças expansivas no concreto, conduzindo-o ao deslocamento através de sua camada de recobrimento. Prosseguindo, conduzirá a peça estrutural à ruína.

### Entendendo a corrosão.

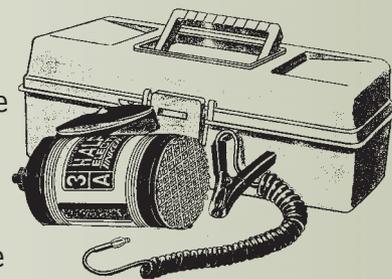
A corrosão no concreto é um fenômeno eletroquímico onde estabelecem-se zonas de anodos (instáveis) e zonas de catodos (estáveis) ao longo das seções das armaduras, formando células de corrosão, à medida que ocorrem mutações no ambiente da massa do concreto pela introdução de agentes conta



## SEMI-PILHA CPV4

### Medição dos Potenciais de Corrosão

Para medir os potenciais de corrosão no concreto armado, agora se dispõe do novo conjunto semi-pilha **CPV-4** com voltímetro digital. A semi-pilha **CPV-4** é um revolucionário instrumento que mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar ou monitorar, de tempos em tempos, possíveis estados de corrosão e a sua evolução, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão.



**TINKER & RASOR**

Fax consultan° 351



## INJETAR CIMENTO NÃO DÁ MAIS DOR DE CABEÇA

Antes do Graut de Micro Cimento (MICROCIM) isto aí era o café da manhã do pessoal de geotecnia, fundações e impermeabilizações.

Desculpe-nos a generalização, mas antes da utilização do MICROCIM todos os serviços com injeção de calda de cimento portland davam dores de cabeça, ficando a desejar, já que sua penetrabilidade é para vazios superiores a  $500\mu\text{m}$  (0,5mm).

Ligue para gente e saiba porque mais e mais empresas usam o MICROCIM em serviços de injeção para tratamento de solos, estocagem secundária de lixo nuclear ou outro material contaminante, consolidação de rochas e fundações. recuperação de barragens, túneis e descubra o poder do verdadeiro “analgésico”, capaz de injetar em vazios inferiores a  $3\mu\text{m}$ .





Peças estruturais apresentando avançado estado de corrosão como este pilar, não há outra solução...



... da mesma forma que neste outro pilar onde se observa a disseminação de grandes células de corrosão, que não seja pela neutralização das correntes eletroquímicas de corrosão com aplicação da MAZ.

minantes. As conseqüências todos nós já sabemos.

A única maneira de interromper este processo eletroquímico de destruição do aço (e do concreto) é introduzindo-se um mecanismo eletroquímico que inverta esta situação de destruição (melhor seria de corrosão). Com este intuito, utiliza-se o metal zinco, que tem um potencial mais eletronegati



Substituí o jet grouting com vantagens no custo e no prazo de execução. A resina hidroexpansiva do PH Solo Estabilizador, em apenas 24 horas, restabelece qualquer situação suporte, principalmente em presença de grandes fluxos d'água, em qualquer tipo de solo. Na próxima vez não sobrecarregue ou arebente o seu solo.

Use  
PH Solo Estabilizador.  
Solução em 24 horas.

Fax consulta n° 306

Grout  
Químico

## RECONCRET

Engenharia de Recuperação e Estruturas Ltda

- RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS
- REFORÇO ESTRUTURAL COM UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE CARBONO
- INJEÇÃO DE GROUT QUÍMICO
- TRATAMENTO DE CONCRETO APARENTE
- IMPERMEABILIZAÇÕES

AV. EUZÉBIO MATOSO, 422 - SÃO PAULO - SP / Fone: (11) 212-2877 - FAX: (11) 813-8527

vo (maior tendência para corroer) que o aço, para promover a proteção eletroquímica necessária à neutralização da corrosão nas armaduras do concreto. Em outras palavras, ocorrerão reações de oxidação (corrosão) no zinco, enquanto que o aço das armaduras, na região protegida, permanecerá estável, sem qualquer sintoma de corrosão.

É perfeitamente compreendido que a proteção catódica é o único meio pelo qual poder-se-á interromper o processo de corrosão, tanto no concreto armado quanto no protendido.

Sabemos também que os sistemas de proteção catódica por corrente impressa são complexos e incorrem quase sempre em uma infinita quantidade de ajustes, razão pela qual cada vez mais utiliza-se sistemas de proteção catódica galvânicos, com a utilização de anodos de sacrifício, como o caso do zinco termo projetado (ZTP), largamente usado na Europa e EUA e, mais recentemente, pelo uso também da Pastilha Z.

### A manta aderida de zinco (MAZ)

A proteção catódica feita com MAZ é uma excelente alternativa para se interromper a corrosão em quase todos os tipos de estruturas. É prática e fácil de ser instalada. Diferentemente do sistema de anodo de sacrifício com zinco termo projetado (ZTP) que exige compressor e o próprio equipamento de projeção do zinco. À semelhança do concreto projetado, a MAZ é uma manta de zinco, fornecida em rolos com 33m de comprimento e 25cm de largura, tendo 250 micrômetros de espessura, revestida com um adesivo ionicamente condutivo, extremamente sensível a pressões feitas em sua superfície. O lado do adesivo é coberto com um papel especial, de modo a protegê-lo antes da instalação. Uma vez instalada, a MAZ é ligada, eletricamente, às armaduras, através de um fio especial, fazendo com que o aço e o zinco, naturalmente, gerem uma pequena voltagem e uma corrente elétrica entre eles. O circuito da célula formada é completado com o fluxo de corrente, passando pelo adesivo que põe o zinco em um estado anódico (que corrói) e as armaduras em um estado catódico (não corrói). Imediatamente cessa o processo de corrosão nas armaduras. De forma opcional, poder-se-á aplicar uma tinta texturada para dar um outro acabamento.



Nesta indústria de processamento químico, repare a presença de corrosão em pilares e vigas. A solução efetiva poderá ser feita com a MAZ ou, de forma alternativa, com ZTP ou ainda com o uso das Pastilhas Z.

### Mais dados da MAZ

A composição química da MAZ oferece excelente resistência ao calor, a radiação UV e a uma grande gama de produtos químicos. O zinco, componente da MAZ, é suficientemente ativado, oferecendo alto teor energético, próprio para oferecer uma excelente corrente de proteção catódica com um mínimo consumo de energia que possibilite sua

auto corrosão. É perfeitamente aceito que a densidade de corrente da proteção por sacrifício fique em torno de 10 miliampères por metro quadrado de anodo, evidenciado por equações termodinâmicas que indicam que as reações de oxidação no zinco consomem cerca de 25µm por ano, conduzindo, desta forma, a uma durabilidade de 10 anos para o anodo feito com a MAZ (250µm de espessura).

## MAIS DE 2000 OBRAS RECUPERADAS E VALORIZADAS PELA ESTE-REESTRUTURA. A EXPERIÊNCIA COMPROVA OS RESULTADOS.



Estabilização da Ponte dos Remédios.



• Aeroporto de Curitiba - Córrego Sumaré  
• Ponte da Freguesia do Ó - Tribunal de Contas SP  
• Terminal Rina Redonda Petrobrás - Polícia Militar do Estado - São Paulo - Fornas Centrais Elétricas  
• Cia. Ferroviliana de saneamento

TEL.: (011) 7925-2000

R. Martiniano Lemos Leite, 680 CEP 06700-000  
Cotia SP

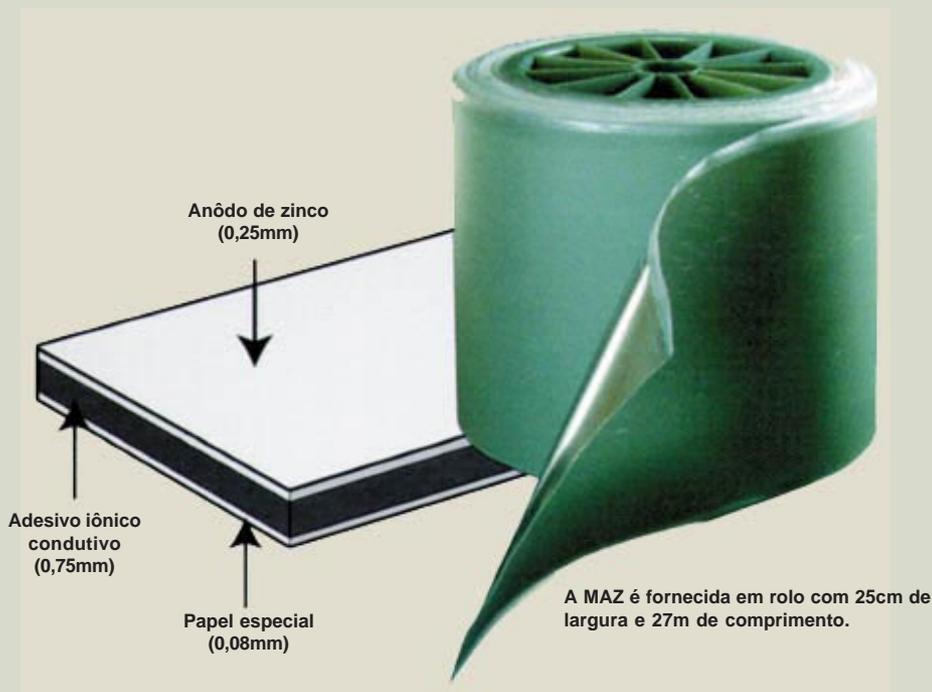
Internet: <http://www.engbr.com/este>  
E-mail: [este@engbr.com](mailto:este@engbr.com)



ESTE-REESTRUTURA

Reforço, recuperação estrutural e obras especiais

COM O COMPROMISSO DE RECUPERAR E VALORIZAR O BEM PATRIMÔNIAL



Repare na situação desta marquise. Que solução poderia ser dada?

Uma questão natural que se impõem é a adesão da MAZ ao longo do tempo. Testes de simples arrancamento da manta demonstraram que há um acréscimo significativo em sua adesão com o correr dos anos. Dentro deste mesmo conceito, efetuaram-se testes de arrancamento em ciclos, para situações de colagem horizontal, simulando a posição em regiões inferiores de lajes, ao mesmo tempo em que se aumentava a temperatura do ambiente. Os resultados comprovaram a eficiência do adesivo iônico.

### A eficiência da MAZ

A experiência da utilização da MAZ vem desde 1970, com aplicação em numerosos condomínios ao longo da costa da Flórida, especificamente entre as localidades de Boca Raton até Cocoa Beach. Nestas es-

truturas, com avantajados vãos em balanço, formando grandes varandas, há insidiosas formações de corrosão nas lajes que, em pouco tempo, caso não se tomem medidas que efetivamente interrompam o processo de corrosão nas armaduras, conduzirão ao estado de ruína daquelas peças. Aliás, há um triste histórico de casos de quebra de marquises naquela região.

Nestas lajes, após a constatação de potenciais de corrosão, através de mapeamento detalhado com utilização de semi-pilhas, aplicou-se a MAZ. Algumas em sua região inferior e outras na região superior, alternâncias que dependiam da situação pós recuperação. Na primeira situação, ainda poder-se-á aplicar uma tinta com objetivo estético, enquanto que na segunda, normalmente, aplica-se uma proteção mecânica, através de um piso cerâmico.

Outras utilizações da MAZ incluem pontes, com aplicação tanto na região inferior dos tabuleiros como nas estacas e blocos, até o nível do splash das ondas e em torno de longarinas e transversinas.

É sugerida a utilização da MAZ em torno de reservatórios e estações de tratamento de água e esgotos, pelo seu lado externo.

**Fax consulta nº 407**

Para ter mais informações sobre Corrosão

Click aqui: 

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

**REFERÊNCIAS**

- Carlos Alberto Monge é engenheiro civil, especializado em serviços de recuperação.

**CONTROLE TECNOLÓGICO**

**ALPHAGEOS**  
TECNOLOGIA APLICADA S.A.

**0800 156 800**  
**(011) 7295-6699**

RUA JOÃO FERREIRA DE CAMARGO, 703 - TAMBORÉ - BARUERI, SP  
06460-060 - FAX (011) 7295-1656 - [alphageos@uol.com.br](mailto:alphageos@uol.com.br)