



# 2008 OS CAMINHOS DO REPAIRBUSINESS

QUAL A ATUAL SITUAÇÃO DO MERCADO DA ARTE DE RECUPERAR? QUAL AS TENDÊNCIAS PARA 2008? OS ENGENHEIROS JOAQUIM RODRIGUES E SÍLVIO ANDRADE, ESPECIALISTAS, RESPONDEM.



PERSPECTIVAS

Mariana  
Tati

**Q**uais os caminhos do repairbusiness para 2008? Nada como conversar com dois engenheiros, especialistas na arte de recuperar, sobre a situação atual do repairbusiness e os prognósticos para 2008. Preparamos uma entrevista com nosso editor, engº Joaquim Rodrigues e o especialista engº Sílvio Andrade. Ambos atuam como consultores de grandes empre-

sas em todo o Brasil e conhecem como ninguém materiais, equipamentos e as melhores estratégias para o sucesso do repairbusiness.

**Mariana:** Há quantos anos vocês atuam no repairbusiness?

**Joaquim:** Exatos 30 anos.

**Sílvio:** Atuo há 18 anos neste fascinante mercado.

**Mariana:** Quais as principais mudanças que ocorreram no repairbusiness desde sua entrada (por exemplo, novas tecnologias e normativos)?

**Joaquim:** Quando comecei, nada havia em termos de repairbusiness. Não existia o que conhecemos hoje “a indústria da recuperação”, exceto alguns fabricantes que dispunham de poucos produtos para recuperar propriamente.

Designed for the urban wild.



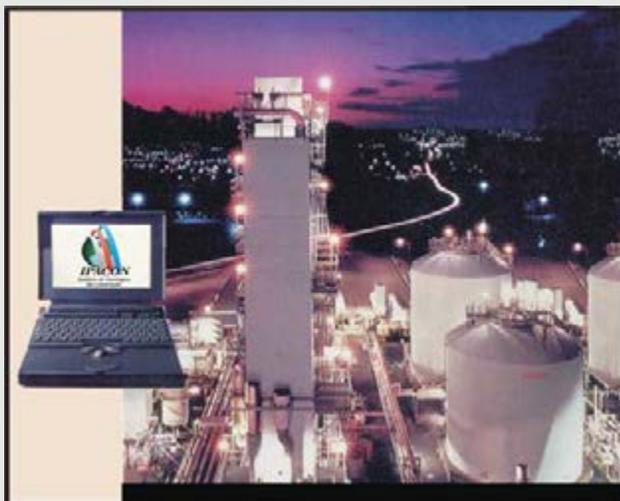
**TOP COAT CARBO FC**

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 01

Com **TOP COAT CARBO FC** você está acessando o nano-age world. Superior a tudo que você aplicou como película de proteção. **TOP COAT CARBO FC** é o mais perfeito coating para enfrentar a carbonatação do concreto em estruturas urbanas.

<http://www.rogertec.com.br/topcoatcarbomfc.htm>

Engenheiros e técnicos envolvidos faziam malabarismos com toda sorte de materiais. A qualidade e a consistência dos serviços executados variava de obra para obra. Promovia-se toda sorte de reparos, projetando-se manualmente ou mecanicamente desde argamassas até concretos. O conceito de agente de colagem engatinhava. Não havia a formulação da idéia de incompatibilidade entre o novo e o antigo. Conheço inúmeros casos de empreiteiros que voltaram prematuramente às suas obras para refazer trabalhos de recuperação devido a corrosão no concreto armado. Não havia o entendimento e a tecnologia que dispomos hoje para o tratamento da corrosão nas armaduras do concreto. O comitê 546, do American Concrete Institute (ACI), que abordava a recuperação do concreto já rastejava. O comitê 364, que estudava as estratégias de recuperação só foi formado em 1979. Toda essa situação devia-se ao fato de que inúmeros calculistas e “especialis-



**Instituto de Patologias  
da Construção**

**CONTROLE DA CORROSÃO  
& PROTEÇÃO CATÓDICA**

- ✓ Staff certificado pelo NACE.
- ✓ Análise do estado de ruína.
- ✓ Projetos de proteção catódica.
- ✓ Produtos para proteção catódica.
- ✓ Instrumentos para inspeção.
- ✓ Tanques e tubulações.
- ✓ Anodos.
- ✓ Seminários para treinamento.
- ✓ Formulação de especificações.
- ✓ Pesquisa e desenvolvimento.

Tels: (21) 3154-3255  
Fax: (21) 3154-3259  
[www.ipacon.com.br](http://www.ipacon.com.br)  
[atendimento@ipacon.com.br](mailto:atendimento@ipacon.com.br)

# Junta Evazote

A JUNTA EVAZOTE é resistente à ação mecânica e química. Ideal para ser aplicada em todo tipo de juntas de dilatação, tanto de pontes como de edificações. Trata-se de uma borracha extremamente resistente ao tempo e ao desgaste abrasivo. É totalmente impermeável, formada com copolímeros de polietileno de baixa densidade e acetato de etileno vinílico.

**100% atóxica, pode ser usada  
em contato com água potável.**



**JUNTA EVAZOTE**  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta nº 02

tas” em concreto não aceitavam o fato de que o mesmo necessitava ser recuperado. Falar em recuperação significava pensar imediatamente em epóxi. As formulações existentes eram toscas, assim como as aplicações.

**Sílvio:** Assisti a diversos ciclos de mudanças ao longo destes 18 anos de atividades. Houve um tremendo avanço, tanto na ciência dos materiais específicos para o nosso mercado como nas estratégias e normativos empregados. Hoje há materiais específicos, exclusivos para cada patologia.

**Mariana:** Qual o principal fato que marcou o mercado nestas mudanças que ocorreram no repairbusiness?

**Joaquim:** Sinceramente, o nascimento da revista RECUPERAR, em 1994. Antes, até o próprio material do ACI apresentava informações genéricas e pouco específicas. Um exemplo típico foi (e continua sendo) a sinistrose do “tratamento das armaduras corroídas”, sem nenhum conhecimento de causa, com a utilização de pinturas e argamassas que só fazem piorar o estado da corrosão. Hoje, praticamente, todos os normati-

vos, inclusive os do ACI, informam sobre os prejuízos com a utilização desse tratamento antigo. Este, sem dúvida, foi para mim o acontecimento mais marcante em todos estes anos. Vai demorar um pouco até que todos se conscientizem. Os próprios fabricantes já estão se readequando a esta nova realidade. A RECUPERAR, hoje, é referência, o que torna o mercado mais profissional.

**Sílvio:** Sem dúvida foi o desenvolvimento da informação e das tecnologias relacionadas ao repairbusiness que, anteriormente, não existiam. Na verdade, apenas o U.S. Army Corps of Engineers tinha um programa específico, feito em 1985, que relacionava quatro etapas intrínsecas ao repairbusiness:

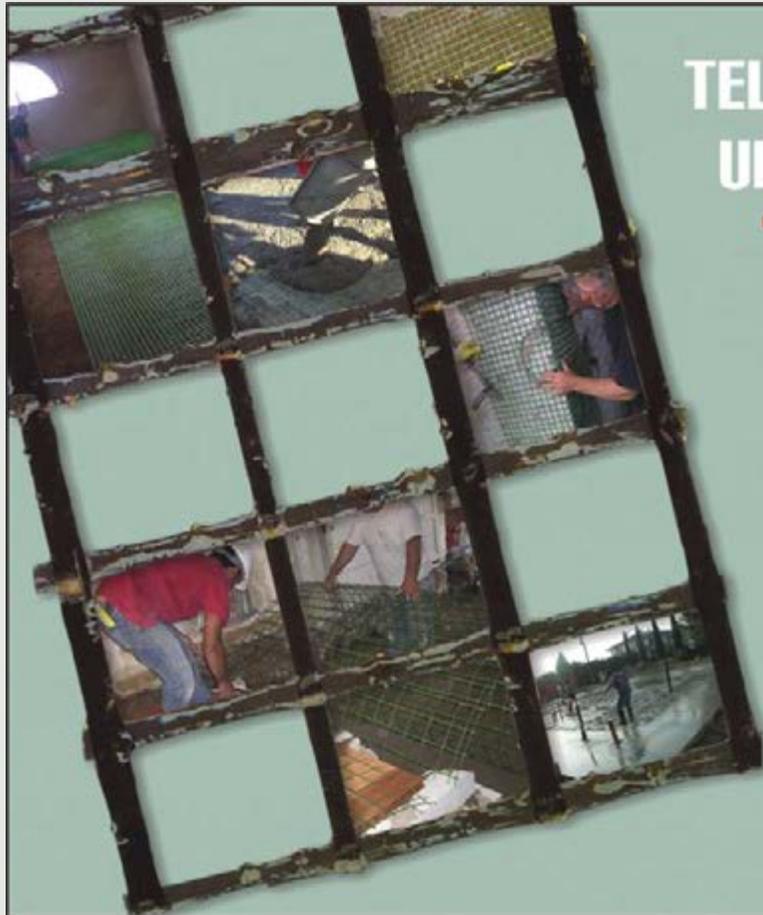
#### AVALIAÇÃO - RECUPERAÇÃO - MANUTENÇÃO e REABILITAÇÃO

Este programa durou 14 anos e teve um custo de 70 milhões de dólares. Cobria todos os aspectos do repairbusiness, desde problemas com fundações até a deterioração de pinturas. Muitas de suas informações, hoje, servem de base para uns cem



números de publicações. No Brasil, foi e continua sendo a revista RECUPERAR, que considero uma permanente fonte de informação para mim como para inúmeros profissionais do setor.

Continua na pág. 09

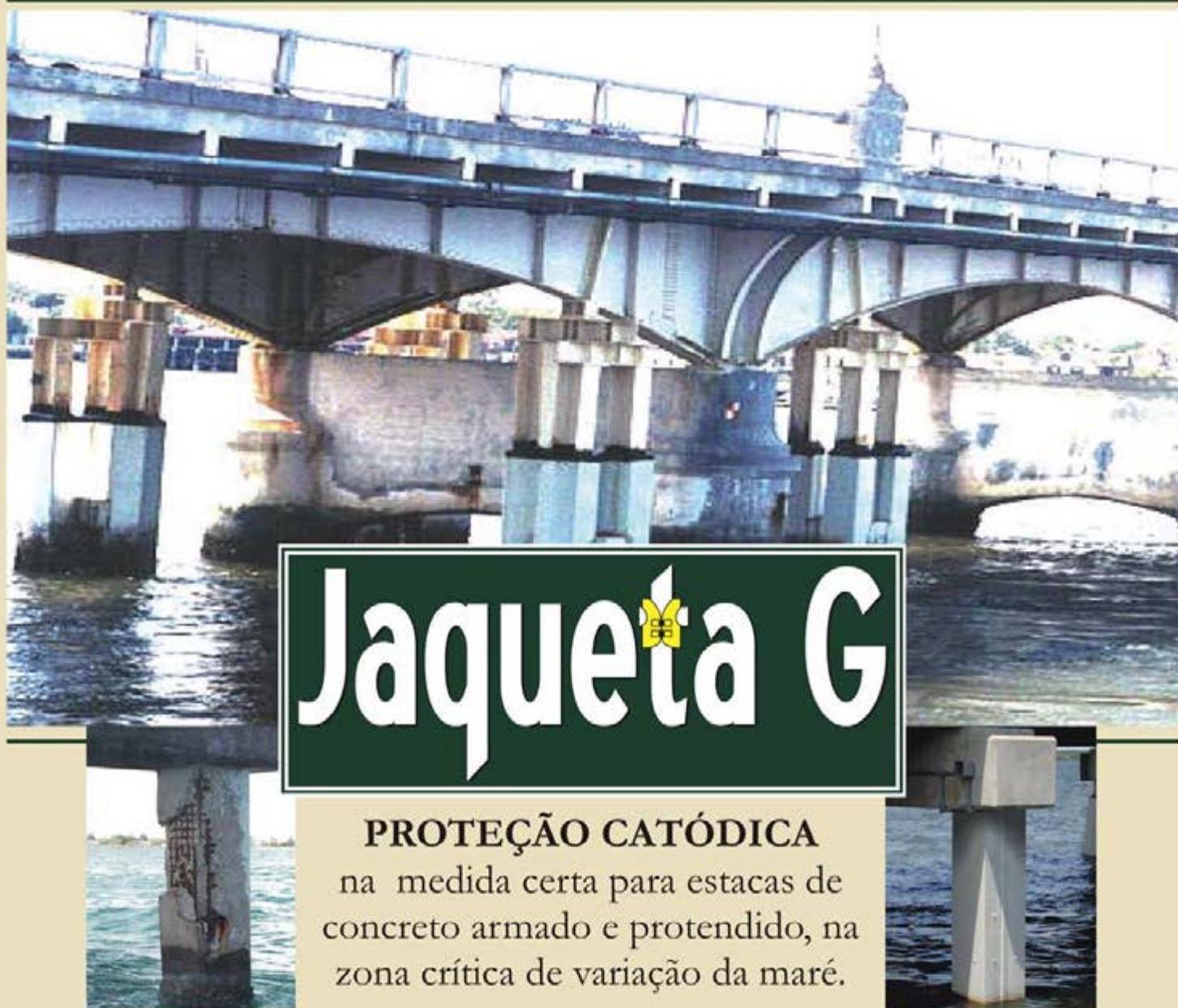


## TELAS COM FIBRAS ULTRA RESISTENTES? TELAS ARTEC

*Todas as vantagens que você deseja. Superior resistência mecânica. Não é magnética. Elimina trincas e, claro, não corrói. Saia da idade do ferro e tenha todas as vantagens dos compósitos de carbono, vidro estrutural e aramida.*

**TELAS ARTEC**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 03

# CORROSÃO EM ESTACAS DE CONCRETO ARMADO-PROTENDIDO?



# Jaqueta G

**PROTEÇÃO CATÓDICA**  
na medida certa para estacas de  
concreto armado e protendido, na  
zona crítica de variação da maré.

Há mais de 10 anos a **JAQUETA G** substitui os antigos tratamentos à base de massinhas e revestimentos que só mascaram a eletroquímica da corrosão. **JAQUETA G** é o mais moderno e eficiente sistema de **Proteção Catódica**, na medida certa para a zona crítica de variação da maré e abaixo, com planos de garantia superiores a 10 anos. Somente **JAQUETA G** permite total monitoramento de sua eficiência, a qualquer hora, ano após ano. Concreto armado-protendido e água salgada não combinam. Com **JAQUETA G** a história é outra.

# Jaqueta G

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 04

## E a qualidade do repairbusiness?

**Mariana:** Você observou melhorias na qualidade dos serviços?

**Joaquim:** Como profissional que sou, inclusive sendo ainda responsável técnico, observo que houve uma melhora significativa na execução dos serviços.

**Sílvio:** De um modo geral há, hoje, muito mais conhecimento que há 20 anos atrás. Isto, sem dúvida, é motivo para a melhoria da qualidade. Sabemos, agora, o que pode dar certo e o que pode dar errado ao fazermos uma recuperação. Não há mais desculpas para trabalhos mal feitos.

**Mariana:** Avalia-se mais, hoje, do que há alguns anos atrás?

**Joaquim:** Em praticamente todas as grandes indústrias há profissionais experientes, bem informados que, antes de deflagrar a ordem de serviço pertinente ao problema procura entender sua(s) causa(s). Com dificuldades, geralmente questiona. É aí que entra o IPACON. Felizmente, a antiga estratégia de fazer serviços com base em boletins técnicos de fabricantes apresenta viés de baixa. É maturidade.

**Sílvio:** Com toda a certeza. É a preocupação com o que realmente está acontecendo. É o desejo do engenheiro, do técnico e do próprio cliente de gastar recursos de maneira consciente e, felizmente, com empresas de recuperação sintonizadas, que querem saber o porquê dos problemas.

## O presente

**Mariana:** Como está a situação atual do repairbusiness? Quais são as incertezas econômicas do setor?

**Joaquim:** Sem dúvida, nosso mercado costuma passar por situações recessivas e por particularidades bem características. Sempre há muito trabalho de recuperação a ser feito. Parte dele é rotineiramente adiado. Parte é licitada e aí é que mora o perigo. Empresas e profissionais, sem qualquer



conhecimento de causa arriscam-se a fazer o que não sabem. Ainda é comum ocorrerem licitações em que aparecem tanto soluções como preços, os mais disparatados, o que sintoniza situação de recessão. De um modo geral, como já comentei, o mercado cresce bastante técnica e economicamente para aqueles que se especializam e se qualificam.

**Sílvio:** Quanto mais adentrarmos em pesquisa e tecnologia, mais protegidos esta-

remos dos efeitos da recessão. O repairbusiness é bem menos afetado pelo clima econômico do que construbusiness. Por outro lado, hoje, já não há produtos, materiais e empresas dominantes em nosso mercado como há anos atrás. E isto é extremamente saudável.

**TECNOLOGIA?**

**Evite isto!**

**só com semi-pilha CPV-4**

*Para medir os potenciais de corrosão no concreto armado já está disponível o 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 velocidade, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão (desplacamentos).*

**CPV-4**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 05



**Mariana:** Nestes últimos 20 anos houve enormes avanços tecnológicos no repair-business. O que nos espera para os próximos 10 anos?

**Joaquim:** Indiscutivelmente, nestes 15 últimos anos, e a RECUPERAR faz parte desta história, houve realmente uma grande revolução em nosso setor, com produtos e técnicas que o qualificaram e muito. Para os próximos dez anos tudo nos conduz ao

desenvolvimento de novos compósitos e, claro, para a nanotecnologia.

**Sílvio:** Hoje, percebemos menos pesquisa nos grandes centros, o que se traduz em menos novidades. No entanto, mesmo a continuidade material por parte de pesquisadores privados garante surpresas tecnológicas.

### Novas tecnologias

**Mariana:** Novas tecnologias são esperadas?

**Joaquim:** Como temos apresentado na RECUPERAR, novas tecnologias estão aparecendo no campo dos equipamentos para diagnóstico. Por exemplo, equipamentos para avaliar o concreto protendido, a viabilização do radar para concreto e solos, do eco-impacto cada vez mais diminuto e acessível são exemplos claros. A popularização e a compreensão da semi-pilha talvez seja o mais interessante. Todos nos ajudam a melhorar e entender problemas intrínsecos do setor, tornando nosso trabalho mais fácil, principalmente com o advento de novos softwares. Sem dúvida, o mercado está perseguindo aquele material de recuperação que

assuma 100% das tensões da estrutura e que seja totalmente solidário com ela e não com suas próprias tensões. Acredito que em breve teremos um equipamento para cortar o concreto, de forma cirúrgica, à base de laser.

fax consulta nº 06



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

### REFERÊNCIAS

- **Mariana Tati** é engenheira civil e trabalha no repairbusiness.
- **Joaquim Rodrigues** é engenheiro civil, mestre em corrosão, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologias da construção, É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor de diversas empresas.
- **Sílvio Andrade** é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação e consultor de diversas empresas.



## Detector de contaminação por sais cloretos em peças metálicas e de concreto

Clor-test foi desenvolvido para analisar a contaminação em qualquer tipo de superfície. Seus componentes são pré-medidos, de modo a assegurar resultados precisos, em partes por milhão (ppm) e microgramas por centímetro quadrado (mgr/cm<sup>2</sup>), sem necessidade de qualquer correção em relação à temperatura ambiente. Em outras palavras: Clor-test é a precisão do laboratório na obra.

# CLOR-TEST

Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 07



## Monitoramento de Estruturas? Só com FIBRA ÓTICA.

**TOTAL CONTROL** mede variações de temperatura, campos magnéticos, vibrações, umidade, cargas, pressões, contaminação química etc. Barragens, pontes, túneis, estacas, interceptores oceânicos, instalações nucleares são algumas das estruturas monitoradas, de modo global e com resolução micrométrica pelos nossos sensores. Nada escapa ao **TOTAL CONTROL**.

**TOTAL CONTROL**  
Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 08



## Lápis medidor de PH para Superfícies de Concreto

**LÁPIS MEDIDOR DE PH**  
Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 09



# OS SAIS DA CORROSÃO.

CONHEÇA AS DUAS TEORIAS QUE TENTAM EXPLICAR A CORROSÃO PELOS SAIS SOLÚVEIS, EM ESPECIAL OS CLORETOS.

ANÁLISE



Michelle  
Batista

A presença de sais solúveis na superfície metálica significa ruína precoce da pintura de proteção e, claro, corrosão. Estes sais aceleram todo o processo de corrosão.

**A** teoria do processo de combustão passou de passagem pelo século 18 sem ser bem entendida. Utilizava-se o fogo como nunca, mas saber precisamente como se processava o negócio ainda era uma incógnita. O calor e a luz eram produtos de uma forma de matéria desconhecida chamada flogisto. A madeira era dita rica em flogisto. O granito e a poeira não tinham qualquer traço de flogisto. Acreditava-se que quando a madeira queimava, perdia peso, volume e todo o seu flogisto. Suas cinzas já não queimavam mais. A fer-

rugem que envolvia toda peça de ferro tinha a ver com perdas de flogisto. Acreditava-se que o ferro, ao fogo, não queimava, mas sim perdia... Toda essa perda de material devia-se ao flogisto. Toda esta “sólida” percepção já durava séculos e continuava a passar de pai para filho. No final do século 18, um francês chamado Antoine Lavoisier mostrou que oxigênio e combustão tinham tudo a ver, ou seja, nenhum material queimava se não houvesse  $O_2$ . Debateu também que quando o ferro enferrujava não perdia peso, mas, ao contrário, ganhava. A

maioria pensava que o cara estava literalmente na contramão da história. Muita polêmica. Imagine que, algum tempo depois o cara conseguiu demonstrar que o tal ganho de peso do ferro, em condição fechada, era

Continua na pág. 16

## GLOSSÁRIO

**Combustão** – ação de queimar. Estado de um corpo que arde produzindo calor e/ou luz.

**Flogisto** – elemento designativo de combustível, inflamável. Flogístico. Flogistologia.

**Flogístico** – fluido imaginado pelo químico Stahl, no século 18, para explicar a combustão.

**METACRILATO**  
O Poder da Penetração



## *O adesivo estrutural*

Com viscosidade igual a da água, o METACRILATO preenche e monolitiza qualquer trinca ou fissura existente em pisos e pavimentos com até 0,05mm de abertura. Basta verter o produto. O METACRILATO também monolitiza trincas e fissuras em vigas e pilares, de maneira fácil e rápida. É só fazer um pequeno furo na parte superior da peça e verter o produto com a ajuda de um pequeno funil. Não fique perdido no tempo das injeções.

**METACRILATO**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
Fax consulta nº 11

## Mas o que era o flogisto?

A teoria flogística, criada em 1697 pelo médico alemão Georg Ernst Stahl (1660-1734) em continuação a idéias de Johann Joachim Becher (1635-1682) e Boyle, admitia que em todos os fenômenos da combustão escapava um princípio desconhecido, o princípio da inflamabilidade ou flogisto. A teoria flogista dominou a Química durante um século, sendo seus representantes mais im-

portantes Cavendish, Priestley, Scheele, Marggaraf ao lado de muitos outros. A teoria foi derrubada por Lavoisier. O grande mérito desta teoria é ter reconhecido, pela primeira vez, a concordância da formação de óxidos metálicos, considerando, sob ponto de vista uniforme, duas importantes classes de reações químicas, a oxidação e a redução.

aproximadamente igual à perda de peso de ar que havia naquele interior. Com ou sem discussão, fato é que o cara acabou gerando mais luz do que calor e chegou ao fenomenal conceito da conservação da massa dentro de uma reação química. Esta truculenta transição do flogisto para as idéias de Lavoisier, já no final do século 18, acerca

das reações químicas, funcionou como um Bill Gates de nossos dias e acabou por reinventar toda a velha química. Dito e feito, a ciência, ao longo de todo o século 19, passou a desenvolver a termodinâmica, nada mais nada menos que a fundamental compreensão da energia e das forças que participam das reações químicas. Lembremo-nos

que o ferro aparece para nós na forma de minério comum ou hematita,  $Fe_2O_3$ . Ao adicionarmos energia, separamos o ferro do minério e, claro, com uma forma de energia mais elevada.

Nesta condição o ferro tem propensão a perder energia (na forma de calor) além de corroer. Não percebemos, porque o processo de oxidação do ferro para  $Fe_2O_3$  é extremamente lento e, no olho, é impossível visualizar esta perda. No mutirão da mãe natureza tudo se move em direção ao mínimo de energia ou para aquela condição dita de equilíbrio. No processo de corrosão do ferro esta condição é alcançada a  $25^\circ C$  com sua pressão parcial de oxigênio de  $1,0 \times 10^{-81}$  atmosferas. Uma atmosfera é a pressão média atmosférica ao nível do mar, de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Continua na pág. 18

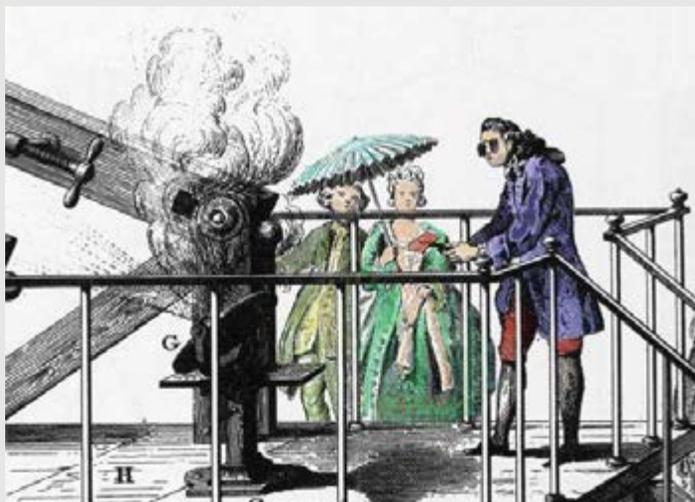
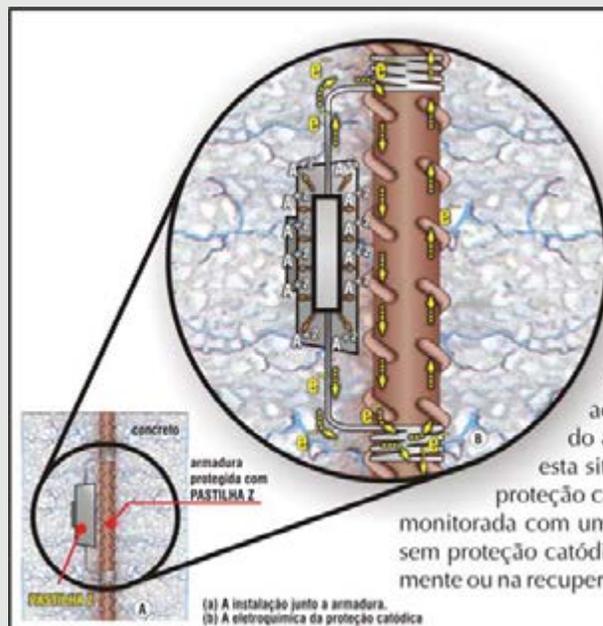


Figura da época ilustrando Lavoisier e o experimento da combustão.



Réplica do laboratório de Lavoisier.



## Concreto armado-protendido sem corrosão?

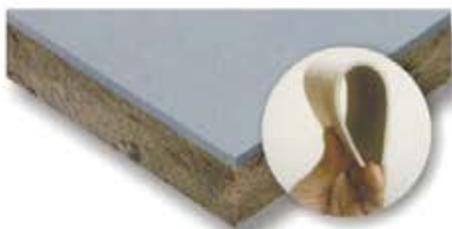
O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço pelo concreto é apenas mecânica. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é uma fria. Use PASTILHA Z preventivamente ou na recuperação e tenha 20 anos de garantia.

## PASTILHA Z

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 12



# MAGICAL WATERPROOFING MANAGEMENT (MWM)



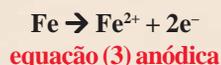
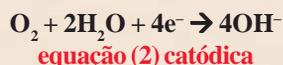
*MWM é a manta cimentícia impermeabilizante com 100% de memória, 100% flexível e com DNA polimérico. Substitui as tradicionais mantas asfálticas para qualquer tipo de aplicação. Resistente ao sol e até 70mca. Aceita movimentos da estrutura e pode ser aplicada em superfícies úmidas. Compatível com argamassas e concretos. É aplicada com trincha ou desempenadeira.*

Ou seja, a força necessária para o ferro corroer não é pequena. Não é de estranhar que o ferro queira corroer até que toda a concentração de oxigênio não mais exista. A equação anódica abaixo evidencia o ferro e o oxigênio dissolvido (OD), virando ferrugem.



### Os sais dissolvidos

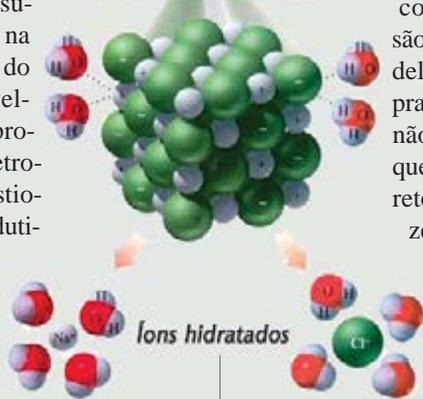
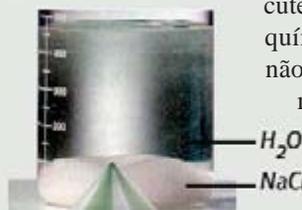
A equação acima não mostra sais dissolvidos, pois não são necessários àquele processo. Veja que, em uma outra situação, o OD remove elétrons do ferro na reação catódica abaixo, gerada em solução neutra.



Sua reação anódica, que ocorre em outro local, produz, abundantemente, elétrons que são consumidos no lado catódico anterior. Ou seja, os elétrons são a moeda de troca circulante. Por outro lado, sais solúveis presentes sobre superfícies metálicas, na superfície e no interior do concreto, inquestionavelmente, são excelentes promotores de corrosão eletroquímica. Ninguém questiona, pois otimizam a condutividade do eletrólito e, por fim, têm por hábito sabotar todo filme dito passivador protetor do aço. Fazer trabalho de

pintura sobre superfície metálica ou de concreto contaminado com sais solúveis contaminantes é problema na certa. Alguns engenheiros e técnicos do repairbusiness discutem o fato de, nas equações químicas da corrosão do aço, não aparecerem os sais contaminantes, sejam cloretos, nitratos ou sulfatos. Trata-se de uma discussão fora de foco, pois os sais não são consumidos na corrosão, são apenas reciclados. O modelo é do tipo morde e assopra. Reciclado é diferente de não consumido. A idéia é de que sais neutros, como o cloreto de sódio, NaCl, produzem ácido clorídrico, HCl, o qual, por sua vez, é reciclado. Com a presença de oxigênio e de água na forma líquida ou de va-

Continua na pág. 20



# PH FLEX SUPER

Ponto final no trânsito da água.

*Solution with one shot intelligent foam*



**Impermeabilização com  
injeção de poliuretano espuma hidroexpansiva  
sem necessidade de injeção de gel.**

**PH FLEX**

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 14



# Cuidado

Concreto também precisa de proteção.



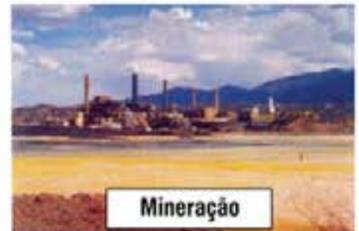
Indústrias químicas



Indústrias de comidas e bebidas



Refino de metais



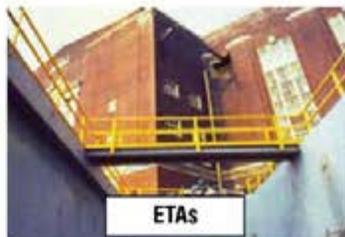
Mineração



Indústrias farmacêuticas



ETEs



ETAs



## EPÓXI 28

A MAIS AVANÇADA BARREIRA  
CONTRA A AÇÃO QUÍMICA

Proteja a superfície do concreto contra a ação de ácidos (concentração elevada) e substâncias fortemente alcalinas com EPÓXI 28.

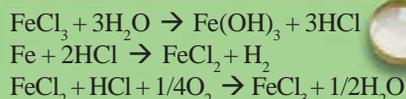
Moderníssimo sistema epóxico novolac, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem.

- ✓ **100% sólidos.**
  - ✓ **Odor quase imperceptível.**
  - ✓ **Excelente resistência química.**
- O EPÓXI 28 é INIGUALÁVEL!**

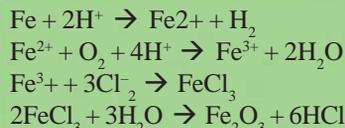
**EPÓXI 28**

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 15

por, qualquer íon cloreto passa a jogar como HCl. Muitos pesquisadores apresentam sugestões a respeito do que supostamente acontece na regeneração cíclica ácido-cloreto. Em 1997, propuseram três equações:



Paulatinamente modificadas, em 2003, para uma seqüência de quatro novas equações,



cujos mecanismos são significativamente diferentes. A proposta de regeneração ácida não entra em acordo. Há conflito. As equações que explicam a regeneração ácida sempre começam com ácidos ou cloretos de ferro. A questão original, no entanto, permanece, ou seja, a contaminação com o cloreto de sódio, NaCl, que é um sal neutro. Se o adicionarmos a um copo com água destilada, o pH permanece neutro. O ambiente marinho, por outro lado, é fonte inesgotável de contaminação por sais solúveis. A água do mar é levemente alcalina, com pH girando em torno de oito. Assim, de onde vem a formação ácida?

### A regeneração ácido-cloreto

A teoria desta regeneração tem muitas falhas. A confusão primária entre ficção e re-

alidade merece cuidado especial. Entre as questões a serem levantadas, três merecem cuidados especiais porque têm charme de utopia. Vamos apresentá-las.

### Sais contaminantes

Nas equações, os proponentes ácidos não apresentam evidências de sais contaminan-

#### GLOSSÁRIO

**Íons** – ácidos (bases ou sais) que, quando dissolvidos em água (ou outro solvente) dissociam-se em unidades eletricamente carregadas ou partes de moléculas chamadas de íons, levando cargas de eletricidade e, conseqüentemente, apresentando propriedades diferentes dos radicais sem carga. Um átomo ou molécula que apresenta-se separado de um ou mais de seus elétrons envolventes, levando, assim, cargas elétricas.

**Hidrólise** – diluição de substâncias químicas na água.

**Osmose** – um tipo particular de difusão entre duas soluções com concentrações diferentes, através de membranas semi-permeáveis. Quando a membrana é permeável também ao soluto, o fenômeno que ocorre é o da difusão.

**Anodo** – região onde ocorre a oxidação ou a corrosão.

**Catodo** – região onde ocorre a redução.

**Cáustico** – produto muito corrosivo para os tecidos animais. Estes produtos podem ser tanto ácidos como bases, assim como sais, orgânicos ou inorgânicos. Normalmente os metais alcalinos, os metais alcalino-terrosos e os seus hidróxidos podem ser cáusticos. Alguns exemplos são o hidróxido de sódio (soda cáustica), o hidróxido de potássio (potassa cáustica) e o nitrato de prata.

**Concentração** – conteúdo de um componente que faz parte da solução presente nos capilares do concreto e faz contato com o aço, exercendo influência pronunciada na reação química da corrosão. Indica a quantidade que determinado componente aparece na solução. A concentração comum é o cociente da massa do soluto (em gramas) pelo volume da solução (em litros).

**Ácido** – suas moléculas ionizam na água produzindo íons hidrogênio. A força de um ácido é proporcional à concentração dos íons hidrogênio.



A presença de sais solúveis, especialmente cloretos e sulfatos na interface aço/pintura causa deterioração prematura da barreira de proteção. A grande questão é saber a concentração salina existente.

tes comuns do ambiente, como o cloreto de sódio, NaCl. Para tanto, deveríamos equilibrar as equações e contabilizar o sódio. O ideal seria contabilizarmos o cloreto de sódio ou o hidróxido de sódio, NaOH, como pode ser visto na equação (2). O mecanismo de corrosão do OD gera íon característico, o que desafia qualquer teoria dos ácidos. Na verdade, o ácido é apresentado em sua forma bem elementar e os íons cloretos surgem do nada. A teoria dos ácidos aplicada ignora completamente suas regras básicas, desenvolvidas por Lavoisier – A conservação da massa nas equações químicas.

### A migração dos íons

O circuito da corrosão eletroquímica é finalizado pela migração dos íons no eletrólito. Íons positivos, como o Na<sup>+</sup>, migram em di-

# Concrete Solutions...

## ...to Repair & Protect Structures.

- Recuperação/Reforço Estrutural
- Impermeabilização de Tanques Industriais
- Refundações
- Consolidação de Solo Mole
- Proteção Catódica na Corrosão

*Concrete Solution for  
Making Your Project a Success*

www.engegraut.com.br  
engegraut@engegraut.com.br  
tel: 21 - 3154-3253 • fax: 21 3154-3259  
GRUPO RECUPERAR

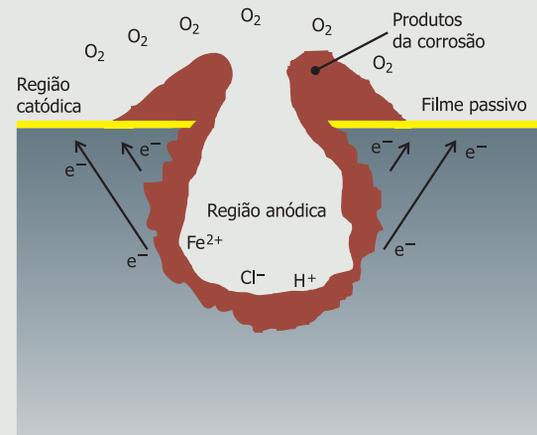
reção às regiões catódicas e os íons negativos, como os  $\text{Cl}^-$ , vão para regiões anódicas. Íons cloretos migram e se concentram em frestas e pites de corrosão. O pH poderá cair drasticamente nestas regiões. Algum ácido, definitivamente, fará parte do mecanismo de corrosão do OD, sem qualquer culpa para os íons cloretos. É o produto da corrosão do íon metálico que produz a acidez, devido à hidrólise. Qualquer acidez relacionada a cloretos na corrosão por frestas e por pites, é um problema 100% locali-

zado. Não há disponibilidade de oxigênio, como é sabido, no ambiente destas regiões. É a reação catódica do OD fora dos pites que sustenta a buracocrás da perda de aço e abaixam o pH dentro dos pites de corrosão.

### Considerações práticas

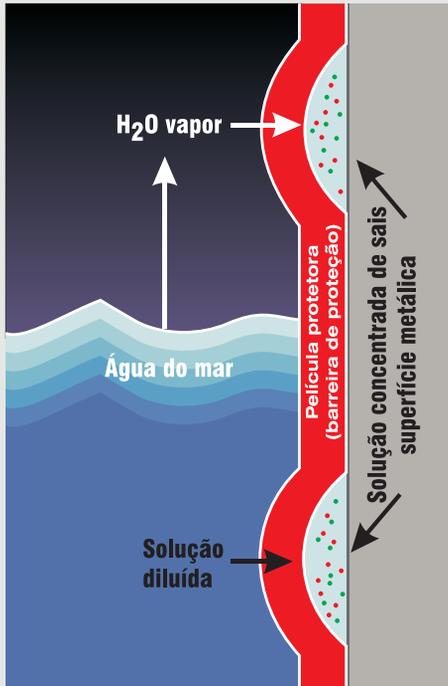
O ambiente marinho, principalmente o característico das plataformas de petróleo, costuma murchar a bola de quase toda pintura de proteção, como pode ser visto no esquema ao lado.

A água do mar é levemente alcalina. No entanto, a solução encontrada dentro das bolhas formadas naquelas superfícies não apresenta tal característica, ou seja, é neutra. A corrosão provocada por ácidos costuma gerar quantidade significativa de gás hidrogênio, suficiente para arrancar toda e qualquer película de tinta de proteção. Mas não é o que acontece. Fazer pintura de proteção sobre superfícies contaminadas por sais contaminantes solúveis, rotineiramente, provoca a formação modal de bolhas osmóticas. Veja o detalhe na figura. O sal, existente sob a película, apresenta grande concentração se comparado ao ambiente externo. A água permeia num desesperado esforço de manter o equilíbrio daquela concentração. Os íons salinos são taxados de culpados e a responsabilidade dos problemas costuma cair, geralmente, primeiro nos íons cloretos, depois nos íons nitratos e, por fim, nos íons sulfatos. A pressão osmótica, atuante nas bolhas, como se pode per-



Típico pit de corrosão e sua mecânica.

ceber, depende apenas do número de partículas dissolvidas na solução. Na medida em que o cloreto de sódio,  $\text{NaCl}$ , é dissolvido, seus íons positivos e negativos tornam-se igualmente "criminosos". Como se vê, a corrosão pelo oxigênio dissolvido ainda é mistério. É mais fácil, para não dizer mais bonito, acreditar na corrosão provocada pelos ácidos.



Formação de bolhas osmóticas na pintura, evidenciando água líquida e vapor penetrando na película de tinta para estabelecer o equilíbrio da concentração.

fax consulta nº 16



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

### REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.

## Piso-Dur High Strength

A melhor solução técnico-econômica para todo tipo de piso industrial. O mais prático piso cimentício auto-nivelante que existe. Resistente à circulação de máquinas e veículos, com todo tipo de rodas. **Piso-Dur** pode ser fornecido com agregados naturais, metálicos ou de quartzo, o que oferece maior resistência a todo tipo de tráfego. **Piso-Dur** possui alta resistência química e é indicado para áreas internas e externas.

**Piso-Dur** é oferecido na versão com pega rápida (1 hora) e normal (7 dias) e nas cores branco e cinza. Basta adicionar água.



**PISO-DUR**

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 17

# PORQUE AS ARGAMASSAS DE RECUPERAÇÃO TRINCAM?

CONHEÇA OS EFEITOS INDESEJÁVEIS PROVOCADOS PELO USO DAS ARGAMASSAS PRÉ-FABRICADAS DE RECUPERAÇÃO, GERALMENTE “ADEQUADAS” A TODO TIPO DE PATOLOGIAS.

Foto 1 - Em nosso mercado são oferecidas argamassas para todo tipo de aplicação, condicionadas a espessuras diversas.



ANÁLISE

Patrícia  
Karina Tinoco

Inventar e vender argamassa para recuperação estrutural é um excelente negócio. Engenheiros e técnicos ainda caem no canto da sereia das argamassas adequadas a todo tipo de patologias. Trata-se de um desconjuntado sistema cuja exposição não é tão linear quanto a propagada.

## É mais complicado do que parece

É um faz de conta constrangedor e hipócrita. Compraram-se milhares de toneladas de

argamassa com base em sua bula e, principalmente, com base em sua grife, acreditando-se em tudo o que está escrito. Basicamente, para restituir a camada de recobrimento do concreto, camada esta não estrutural que só serve para proteger suas armaduras, basta misturar cimento, areia e água, preparando uma argamassa “forte”, assentando-se sobre um chapisco prévio. Contudo, adicionando-se substâncias químicas à receita anterior, a salada adquire um outro sabor.

Fabricantes nacionais e internacionais já perceberam isso e vendem-nos com a promessa de serem infalíveis. Alguns, sem dúvida. A verdade é que, ao adicionarmos uma simples substância química para melhorarmos qualquer propriedade de uma argamassa, por exemplo seu tempo de pega, poder-

## GLOSSÁRIO

**Módulo de elasticidade** – medida da rigidez do material necessário para converter deformação em tensão.

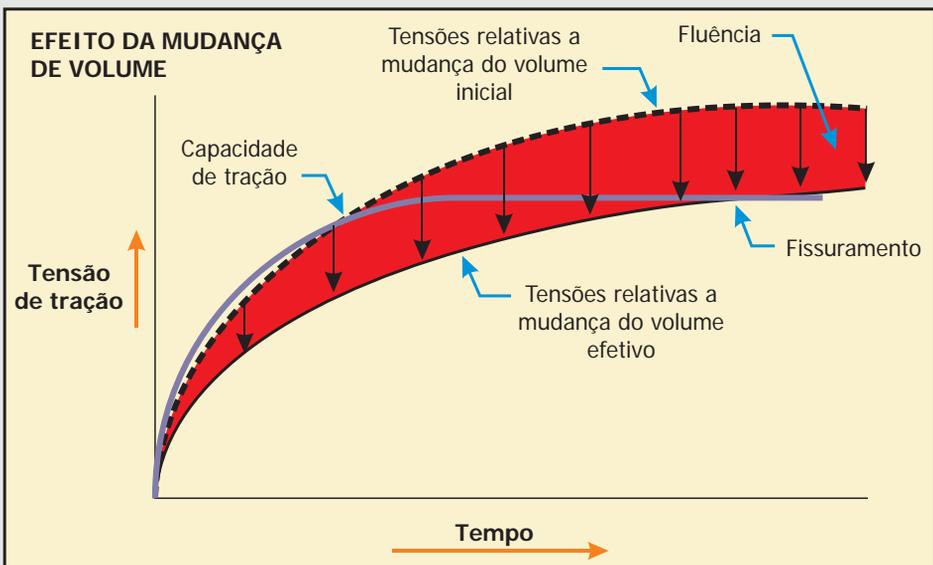


Figura 2 - Gráfico evidenciando a resistência à tração de uma argamassa de recuperação em relação ao tempo. As tensões, devido as mudanças de volume da argamassa, totalmente confinada dentro da cavidade do reparo (com direito a corte com serra), variam com as deformações, devido a mudança de volume não confinado (por causa da retração por secagem e do resfriamento forçado em consequência dos picos de temperatura associados à hidratação da argamassa uma vez aplicada) à fluência devido as tensões de tração e o módulo de elasticidade de tração. Estas propriedades e as tensões provocadas pela mudança de volume que ocorre no local mudam rapidamente nos primeiros sete dias, ficando praticamente estáveis aos 28 dias. Estas tensões de tração, se forem maiores que a resistência de tração do concreto, surgirão trinças.

se-á incorrer em um efeito colateral como a alteração do seu módulo de elasticidade ou mesmo sua resistência. Da mesma forma



Figura 3 - Tixotropia é uma das características marcantes das argamassas de recuperação.

quando tomamos um remédio. Quantos efeitos colaterais poderão surgir? No boletim das argamassas, no entanto, não há estas

informações, simplesmente porque é complicada a análise. Cabe ao engenheiro ou técnico aceitar ou não, invariavelmente. O que considerar quando acontece uma situação destas? Vamos por partes. Devemos pensar no seguinte:

- O método de lançamento: manualmente, fôrma/verter, fôrma/bombeamento ou projetado mecanicamente.
- Grau de exposição: clima da região, situação do microambiente do local, substâncias químicas que farão contato físico ou pelo ar e os efeitos de abrasão.
- Exposição às cargas atuantes: compressão, flexão, tração, cisalhamento e térmicas.



Adição de polímeros (produtos químicos) nas argamassas industrialmente feitas ou na própria obra pode acarretar efeitos colaterais indesejáveis.

- Geometria do reparo: espessura, largura e comprimento.
- Interação da argamassa de reparo com o concreto base: aderência, ganho de resistência com o tempo, retração e resistência ao fissuramento durante o período de cura.

Uma característica marcante que é informada na maioria destas argamassas é que resistem à ação de agentes químicos porque

Continua na pág. 26

#### GLOSSÁRIO

**Fluência** – medida da relaxação do material na condição não confinado e sob tensão.

## Acabe com a rotina da manutenção.

**DENSOFLEX** é uma fita isolante da corrosão para fins industriais cujas características principais são elasticidade permanente e dupla camada. É prática e versátil. Atende às rigorosas normas alemãs DIN 30672 e DIN EN 12068 de aplicação em equipamentos e peças metálicas, enterradas ou não, assim como imersas em diversos fluidos. **DENSOFLEX** é composta de fibra de lã sintética impregnada com elastômero à base de hidrocarbonetos de última geração. O lado não aderente da fita **DENSOFLEX** é composto de filme de polipropileno de alta resistência, de modo a proteger seu elemento elastomérico aderente. **DENSOFLEX**, uma vez aplicada sobre superfícies metálicas, é virtualmente impermeável à ação dos terridos vapor d'água e oxigênio, desencadeadores da corrosão. Duas camadas da Fita **DENSOFLEX** atende e excede as exigências da classe A-30 da norma DIN 36072 e DIN 12068 com relação a tensionamentos. **DENSOFLEX** é importada da Alemanha e caracterizada pela DIN-DVGW-Reg. N° NG-5180BM00.



USE  
**DENSOFLEX**  
Fita auto-aderente isolante da corrosão

(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta n° 18



### Portfolio Manager

Symbol	Year	Default	Vol	Cost	Market	Gain	Loss	Gain	Loss	Gain	Loss
HOY	A	24.50	100	2450	28.50	1000	1000	1000	1000	1000	1000
MAP	A	12.50	100	1250	15.50	1000	1000	1000	1000	1000	1000
COO	A	20.50	100	2050	23.50	1000	1000	1000	1000	1000	1000
P	A	45.00	100	4500	50.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Z	A	7.50	100	750	8.50	1000	1000	1000	1000	1000	1000
ZW	A	47.00	100	4700	52.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
408	A	14.37	100	1437	16.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
GH	A	22.00	100	2200	25.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
A	A	20.25	100	2025	23.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
CH	A	30.00	100	3000	35.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
CHS	A	24.17	100	2417	28.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
IPC	A	7.50	100	750	8.50	1000	1000	1000	1000	1000	1000
PH	A	15.25	100	1525	17.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
PHS	A	18.00	100	1800	20.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000
PHS	A	18.00	100	1800	20.00	1000	1000	1000	1000	1000	1000

### Market Depth Level 2

Time	Symbol	Price	Size	Order Type	Time	Symbol	Price	Size	Order Type
14:28:28	AMZN	11.800	25.71	24.70	11.800	AMZN	11.800	25.71	24.70
14:28:28	AMZN	11.800	25.71	24.70	11.800	AMZN	11.800	25.71	24.70
14:28:28	AMZN	11.800	25.71	24.70	11.800	AMZN	11.800	25.71	24.70
14:28:28	AMZN	11.800	25.71	24.70	11.800	AMZN	11.800	25.71	24.70
14:28:28	AMZN	11.800	25.71	24.70	11.800	AMZN	11.800	25.71	24.70

### Market Movers

Symbol	Price	Change	%	Volume	High	Low	Open	Close
Coastwide Financ...	47.00	1.00	2.15%	4700	48.00	46.00	47.00	47.00
Pied Piper Corp	25.50	0.75	2.98%	2550	26.25	24.75	25.50	25.50
Scott Sector 2049	42.00	0.75	1.80%	4200	42.75	41.25	42.00	42.00
General Electric	30.00	0.50	1.67%	3000	30.50	29.50	30.00	30.00
General Motors	24.50	0.25	1.02%	2450	24.75	24.25	24.50	24.50
Fluor Inc	40.50	0.75	1.85%	4050	41.25	39.75	40.50	40.50
Applied In	22.00	0.25	1.14%	2200	22.25	21.75	22.00	22.00
West End Corp	12.00	0.10	0.83%	1200	12.10	11.90	12.00	12.00
CompuLink Int'l	10.00	0.10	1.00%	1000	10.10	9.90	10.00	10.00
Avaya Inc	45.00	0.50	1.11%	4500	45.50	44.50	45.00	45.00
Avaya Inc	45.00	0.50	1.11%	4500	45.50	44.50	45.00	45.00
Avaya Inc	45.00	0.50	1.11%	4500	45.50	44.50	45.00	45.00
Avaya Inc	45.00	0.50	1.11%	4500	45.50	44.50	45.00	45.00





# **MONITORAMENTO**

## **PROFISSIONAL**

A mais completa linha de equipamentos para monitoramento de edificações, pontes e barragens.

- ✓ Sensores de deslocamento e recalques por fibra ótica.
- ✓ Sensores de deslocamento e recalques por cordas vibrantes.
- ✓ Sistemas de recalques de células múltiplas.
- ✓ Sensores de recalques de alta sensibilidade.
- ✓ Medidores de deformação para estruturas.
- ✓ Medidores de deformação para solo.
- ✓ Piezômetros.

**MONITORAMENTO PROFISSIONAL**

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 19

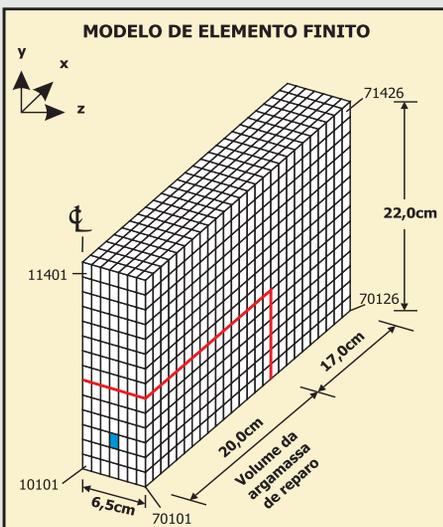


Figura 5 - O modelo, com elementos finitos, desta figura simula uma recuperação. Concreto e recuperação são considerados simétricos em relação ao plano vertical longitudinal. O concreto base é considerado confinado exceto para a deformação elástica do material adjacente à recuperação.

contém polímeros, o que as torna menos permeáveis que o concreto. Na verdade, a maioria dos polímeros são menos resistentes que os próprios agregados. Uma outra falsa estratégia é associar o ganho de resistência mecânica, com a adição de polímeros, ao ganho de resistência química. Repare que a quase totalidade dos serviços de recuperação estrutural ocorrem em vigas, na região da camada de recobrimento do concreto, ou seja, onde a resistência

à compressão não é explorada. Ao contrário, o contato com as armaduras expõe drasticamente sua resistência à tração. Então, por que eleger argamassas e até grouts com base em altas resistências à compressão? O conflito entre o preto e o branco, quer dizer, entre a argamassa de reparo e o concreto base, as ilimitadas graduações entre um e outro, complicado pelas relações de emoções e hábitos de comportamento, formam um texto atraente e por que não dizer de humor, considerando que muitas das histórias refletem uma curta vida em comum. Sabe-se perfeitamente que o módulo de elasticidade entre argamassa (grout) de reparo e concreto base é fator crítico. Vamos entender. Por exemplo, quando fazemos recu-

## As melhores estruturas de concreto aparente pedem...

## ...SILANO-CORR

## SAIA DOS VERNIZES QUE NADA PROTEGEM.

Vernizes promovem uma máscara meramente estética no concreto aparente. Não deixam o concreto respirar e envelhecem, deixando restos de película. SILANO-CORR é penetrante e não forma película. É concreto armado e protendido com repelência à água e com agente secreto protetor da corrosão. Não aparecem, mas estão lá dentro, garantindo impermeabilidade natural e proteção para as armaduras e cabos de protensão.

SILANO-CORR é a proteção natural do concreto aparente.

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 20

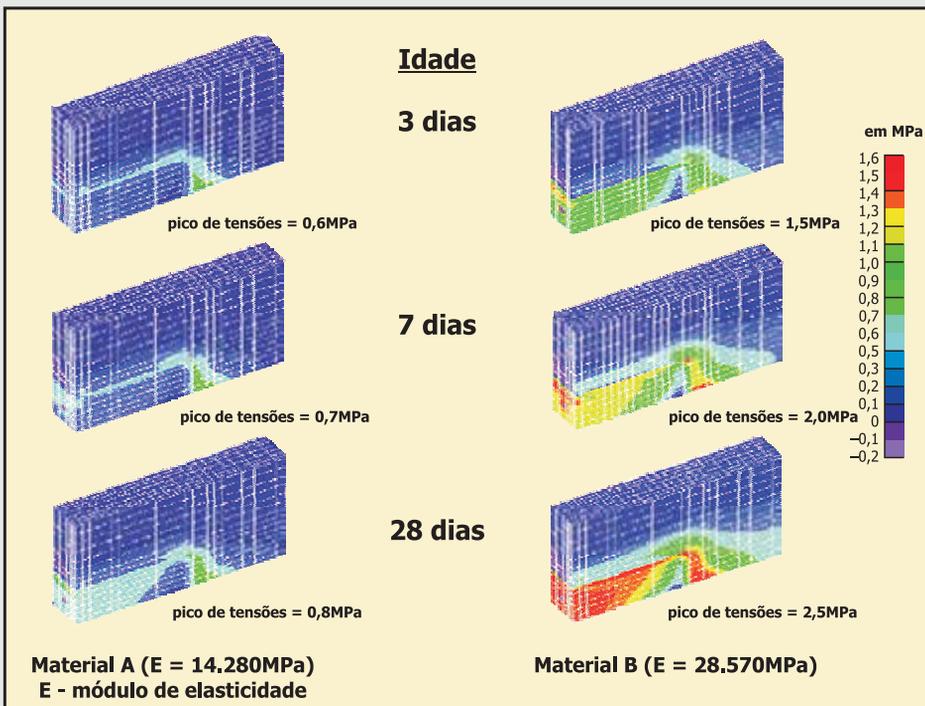


Figura 6 - Comparação entre tensões de tração em reparos com várias idades.

peração estrutural em um pilar, cujas tensões são inteiramente de compressão, o emprego de argamassas/grouts de resistência deficiente (baixo módulo de elasticidade) fará com que aquela região do pilar fique super comprimida, criando problemas para o pilar. Por outro lado, quando utilizamos uma argamassa/grout e até concreto com resistência à compressão muito superior ao concreto base (alto módulo de elasticidade), faremos com que este novo material atraia mais tensões de que as que lhe cabem, tornando-o um estranho no ninho, com possível deslocamento.

Existem inúmeras argamassas pré-fabricadas no nosso mercado, “ideais” para recuperação estrutural. A maioria dos fabrican-

tes procura direcionar suas argamassas para determinadas espessuras de reparos informando, de antemão, que é fundamental para a recuperação. Isto, porque o problema universal de toda recuperação é o posterior deslocamento, devido ao fissuramento da argamassa causado por sua retração devida a secagem natural da argamassa. Mesmo nas recuperações que se fazem com corte de serra em seu perímetro, definindo-se uma cavidade onde o material teria estabilidade, costumam ocorrer surpresas. O problema é que todo material apresenta retração. Alguns fabricantes, espertamente, informam que seus produtos apresentam retração controlada ou, simplesmente, não apresentam retração. Na verdade,

eles são feitos para a condição de umidade controlada (condição ótima) o que é diferente da realidade, onde temperatura e calor são fatores de risco em qualquer obra, promovendo secagem prematura excessiva da argamassa, a qualquer custo, em prazos normalmente curtíssimos.

### Visualizando a performance da argamassa

O comportamento de uma argamassa de recuperação, em relação ao tempo pós-aplicação, considerando a geometria do reparo, as cargas externas e as condições de cura, pode ser perfeitamente prognosticada quanto a surgência de fissuras e trincas e a resistência a estas patologias, utilizando-se análise computacional com elementos finitos (ACEF), usando o software MSC—NASTRAN. O estudo procura associar os três parâmetros anteriormente informados, juntamente com a retração por secagem, de modo a tornar mais fácil a compreensão do comportamento das argamassas típicas de recuperação. Com base apenas na retração por secagem, uma argamassa com 1.200 unidades de deformação não pode ser comparada com outra que tem 800 unidades de deformação. Se a de 1.200 possui um módulo de elasticidade que é metade do da argamassa de 800, haverá menos tensões e menos tendência ao fissuramento desta argamassa associada com o confinamento. De forma similar, uma argamassa com grande fluência (capacidade para deformar sob tensão) produzirá menos tensão e deformação. Nesta simulação, adota-se condição limite para efeito de simetria, considerando-se toda a recuperação como um pequeno reparo de ¼ do tamanho real,



# ZTP PROTEÇÃO CATÓDICA

## ZINCO E LIGAS ANÓDICAS TERMO PROJETADAS

*Proteção catódica interrompe a corrosão no concreto armado e em todo tipo de estrutura metálica. É a técnica mais eficiente de tratamento que interrompe a corrosão em pontes, viadutos, edifícios residenciais e industriais contaminados com cloretos, sulfatos, CO<sub>2</sub> etc. independente do teor de ataque.*

- Proteção efetiva e confiável das armaduras e cabos de protensão.
- Não há necessidade de corte do concreto.
- ZTP aceita aplicação de qualquer tipo de tinta de acabamento.
- Não há limite de área para a aplicação do ZTP.
- Não há perda de tempo para a cura do ZTP. É instantânea.
- ZTP é versátil. Quanto mais espessa a aplicação do ZTP, maior a durabilidade.
- O prazo mínimo de garantia é de 20 anos.

**ZTP**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 21

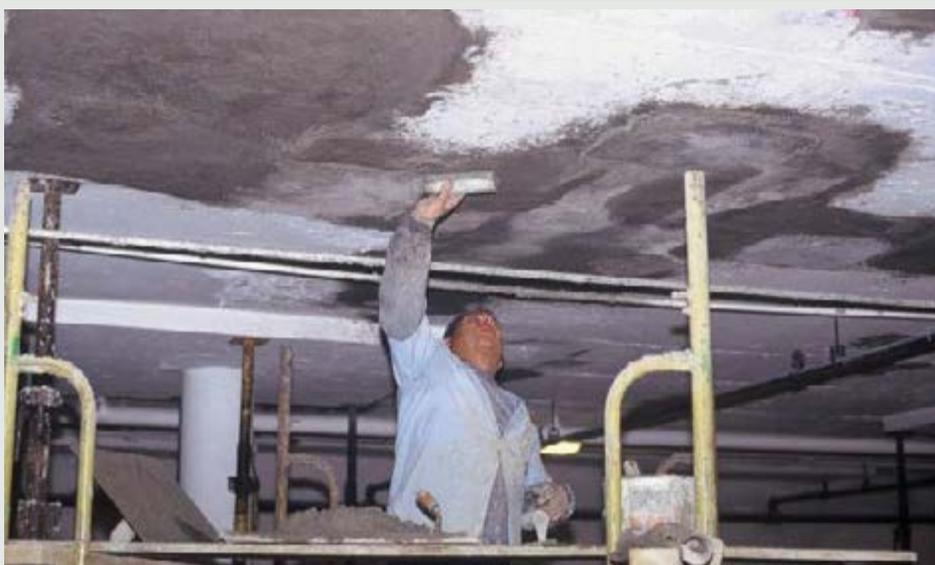


Figura 7 - A substituição da camada de recobrimento do concreto comprometido com a corrosão das armaduras deverá ter condições similares às do concreto base.

de modo a reduzir o tempo de estudo. Na figura 6, apresentamos os resultados da comparação entre dois materiais hipotéticos, cujo concreto base é o mesmo com resistência de 30MPa. As argamassas A e B apresentaram a mesma retração por secagem na condição não confinada, mas seus módulos de elasticidades não bem diferentes. O módulo da argamassa B é duas vezes maior que a da A.

### O resultado

A análise nos mostrou que as tensões de tração são de 20 a 35% maiores na argamassa tipo B. Se as resistências de tração dos dois materiais fossem iguais, a argamassa B provavelmente fissuraria mais, o que comprova a importância do conheci-

mento ou, pelo menos, a preocupação com o módulo de elasticidade e sua relação com a resistência de fissuramento de todo material de recuperação e/ou reforço. Nota-se, portanto, que esta técnica é útil para demonstrar a complexa relação entre os parâmetros considerados e o desenvolvimento da resistência de tração de uma argamassa, com relação ao tempo e a natural formação do quadro de fissuras e trincas, quando o concreto tradicional serve de base. Na análise também fica evidente a localização dos picos de tensão, quer dizer, onde as tensões ficam concentradas e, naturalmente, visualizaram-se possibilidades de inúmeras estratégias para cada recuperação em particular. Por exemplo, cada um dos gráficos na figura 6 mostra uma concentração de tensões junto da extremidade vertical da

cavidade da argamassa de recuperação, demonstrando que a probabilidade de fissuramento primeiramente ocorrerá naquela linha de aderência entre o novo e o antigo. Isso nos chama a atenção para a melhoria da aderência naquela região da recuperação ou para a proteção adicional naquele local contra trincas e fissuras.

Evidentemente torna-se necessário desenvolver mais esta técnica, de modo a torná-la mais útil, assim como padronizar testes associando-os a parâmetros importantes como os já apresentados, para que se possa visualizar cada vez mais as chances de fissuramento de cada material de recuperação.

fax consulta nº 22



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

### REFERÊNCIAS

- **Patrícia Karina Tinoco** é engenheira civil especialista em química e física da construção.
- Emmons, P.H., A.M. Vaysburd, D.J. Pinelle, R.W. Poston, and Scott Walkowicz. "The Origin of Durability of Concrete Repairs". Presented at The International Association of Bridge and Structural Engineers, San Francisco, Califórnia.
- Emmons, Peter H. Concrete Repair and Maintenance Illustrated. R.S. Means Company, Inc.
- Pinelle, D.J. "Curing Stresses in Polymer-Modified Repair Mortars". Cement, Concrete, and Aggregates, CACAGDP.

## Reforço Estrutural



Os sistemas de reforço estrutural MFC foram desenvolvidos no Japão e EUA com o mais perfeito requisito de resistência-durabilidade.

Disponemos de uma formidável linha de produtos, com assessoria técnica, para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.

- Manta de Fibra de Carbono
- Manta de Fibra de Kevlar
- Fita de Fibra de Carbono
- Barras de Fibra de Carbono
- Mantas de Fibra de Aço
- Fibra de Vidro Estrutural
- Tecnologia a toda prova



Lider em Reforços Inteligentes

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 23

# DICAS PARA PREVENIR A CORROSÃO INTERNA EM TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS

CONHEÇA O MÉTODO DE MONITORAMENTO QUE IDENTIFICA E PREVINE CORROSÃO EM TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS.

Figura 1 - Corrosão no interior de tubulações é preocupação constante em instalações industriais.



CORROSÃO

Joaquim Rodrigues

Com poder de sedução de efeito retardado sobre engenheiros e técnicos de manutenção industrial, a corrosão interna de tubulações é daqueles filmes que quanto mais tempo passa maior se assentam na retina, preocupando a todos. Já comentamos anteriormente que o monitoramento é a estratégia mais eficiente e mais barata de lidar com todo tipo de corrosão. Monitorar, no entanto, envolve uma variedade de atividades. Obter e discutir dados é essencial, antes de fazer qualquer diagnóstico para a corrosão interna de tu-

## O MÉTODO DE CONTROLE SISTEMÁTICO PARA IMPEDIR CORROSÃO INTERNA EM TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS

### Faça monitoramento online, contínuo e periódico analisando:

- Resíduos
- Gases dissolvidos
- Amostras das paredes internas
- Testes microbiológicos

### Faça cruzamento de dados com:

- Corrosividade da água
- Amostras das paredes
- Condição de monitoramento
- Parâmetros operacionais
- Gases dissolvidos
- Microorganismos
- Resíduos
- História

### Interfira aplicando:

- Inibidores de corrosão
- Limpadores de oxigênio
- Biocidas
- Inibidores de crostas
- Limpadores de sulfetos

### Cruze informações:

- Análise da Rp e EIE
- Análise da CIM
- Análise dos cupons
- Análise de outros dados

bulações. A seguir, apresentamos uma série de dicas que deverão ser cumpridas, de maneira sistemática, para se fazer o monitoramento e por que não dizer, o gerenciamento da corrosão interna de tubulações.

O esquema acima deixa claro que prevenir corrosão significa guerra sem fim ou um processo dinâmico que exige repetição tantas vezes quantas forem exigidas pelos resultados do monitoramento.



# SAÚDE INTERNA DE TUBULAÇÕES DE EFLUENTES?



## Liberte-se dos problemas da corrosão.

Se você não tem nenhum sistema interno protetor em suas tubulações metálicas de efluentes, com certeza terá problemas a curto e médio prazos. Paralisações em sistemas de coleta e transferência de efluentes e despejos é prejuízo na certa. Nosso sistema de proteção catódica para tubulações metálicas **PCT-RG** é simples e fácil de instalar. Mesmo em tubulações antigas. Basta furar, abrir

**Basta furar a tubulação a cada 4m, abrir rosca e instalar os anodos PCT-RG**

rosca e instalar o **PCT-RG**. Nossos anodos são

dimensionados para todo tipo de efluentes e adequados a tubulações de qualquer diâmetro.

Você só tem que trocá-los uma vez por ano. Suas tubulações estarão protegidas ano após ano.



**ANODOS PCT-RG**  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 31

## O que pesquisar?

Mostramos anteriormente que o variado papel que a corrosão assume não a diminui ou a aumenta, ao contrário, obriga-nos a ampliar o nosso conhecimento sobre o assunto, diversificando nossa maneira de ver a coisa. A aura de super metal imposto ao aço, na verdade, não existe. Muitos fatores intervêm e podem acabar com sua raça. Vamos a eles:

### Gases dissolvidos

Gases como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sulfeto de hidrogênio, H<sub>2</sub>S e o oxigênio, uma vez presentes na água, são fatores patogênicos que geram corrosão da pior espécie. Na verdade, cada gás bate de maneira diferente no aço, quer dizer, tem seu próprio efeito na corrosão deste metal reativo. O pessoal da manutenção necessita conhecer os gases presentes em cada tubulação e, claro, sua concentração.

### Corrosividade da água

Esta informação é fundamental para investigar e identificar todo e qualquer dano na tubulação. É obtida através da técnica de Resistência de Polarização (R<sub>p</sub>) e com Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE). A utilização das duas técnicas e o cruzamento de dados é extremamente vantajoso, aumentando o espectro de informação com inúmeras vantagens. A instrumentação deverá



Figura 2 - Trabalhos não periódicos de investigação em tubulações costumam ser caros e pouco eficientes.

ser instalada, de modo a ter-se um monitoramento on-line com dados realistas.

### Contagem de microorganismos

A desastrosa Corrosão Induzida por Microorganismos (CIM) é investigada com a contagem das bactérias presentes na água da linha investigada. A contagem bacteriana, tanto para o tipo de bactérias aderidas na superfície do aço como aquelas que se destacam com o fluxo do líquido, poderá identificar a presença das Bactérias Redutoras de Sulfatos (BRS) e, de um modo geral, as bactérias anaeróbicas. Bio-sondas são empregadas na contagem das bactérias aderidas em superfícies. Caso a tubulação in-

### GLOSSÁRIO

**Oxidação** – processo pelo qual o aço cede elétrons. Emergem no anodo da pilha galvânica de corrosão e vão direto para os catodos onde alimentam as reações de redução.

**Passivação** – Redução da velocidade da corrosão, devido a formação de um filme protetor sobre a superfície do aço.

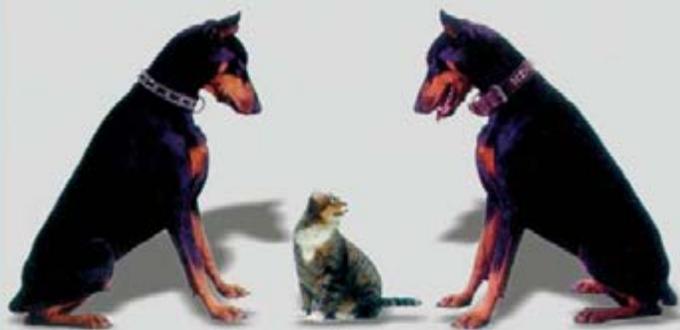
**Pites** – ataque localizado, caracterizado pela formação de pequenas cavidades na superfície do aço.

**Bactérias redutoras de sulfatos** – qualquer organismo que, metabolicamente, reduza sulfato em H<sub>2</sub>S. Há uma grande variedade de microorganismos com estas características.

**Redução** – processo que ocorre no catodo da pilha de corrosão, onde são consumidos os elétrons provenientes do anodo.

**Pilha de aeração diferencial** – pilha de corrosão produzida pela força eletromotriz gerada pelas diferenças de concentração de oxigênio no eletrólito.

## Você deseja proteção?



# BIOBAC

Gatos ainda possuem 7 vidas, mas tubulações de processamento não. Para liquidar algas, fungos e bactérias que afetam seu sistema, use biocidas **BIOBAC**.

Melhor Qualidade, sem Restrições.

Se você deseja biocidas, conte conosco.

**BIOBAC**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 32



Figura 3 - A inspeção visual rotineira aliada ao monitoramento...



Figura 4 - ...é a melhor estratégia para a vida das tubulações.

vestigada apresente quantidade excessiva de bactérias, torna-se necessário precisar sua fonte. Caso confirme-se que a formação bacteriana é formada ao longo da linha, o tratamento mais indicado é com produtos da linha BIOBAC. Se a fonte bacteriana não estiver na tubulação investigada, certamente estará a montante e outra estratégia deverá ser aplicada.

### Concentração do inibidor

O inibidor tem que estar sempre preso a uma concentração. Cada linha deverá ter

concentração adequada o tempo todo. Sem isto, não funciona. Medindo-se seu residual no final da tubulação, obter-se-á dados necessários sobre a eficiência do tratamento. Evidentemente, com esta informação, poder-se-á decidir se aumenta ou diminui sua concentração para a efetividade do tratamento.

### Utilizando-se o pig

A análise dos resíduos trazidos pelo pig, em cada tubulação, é extremamente importante.

### Condição a montante

Evidentemente, a turma da manutenção deverá ter informações de tudo o que está a montante da tubulação investigada, inclusive as instalações anexas às tubulações.

### Parâmetros operacionais

Volume d'água, pressão, temperatura, velocidade e frequência do fluxo da tubulação costumam nos dar uma visão bem ampla das doenças endêmicas que ocorrem.

### Histórico

Nossa sensibilidade não é lata de lixo. O que não falta no mercado é terapêuticas equivocadas, baseadas em diagnósticos fu-

### GLOSSÁRIO

**Concentração** – conteúdo de um componente que faz parte da solução que adentra nos capilares do concreto e faz contato com o aço. Exerce influência pronunciada na reação química da corrosão. Indica a quantidade que determinado componente aparece na solução. A concentração comum é o cociente da massa do soluto (em gramas) pelo volume da solução (em litros).

**Patogênico** – que gera doença na estrutura, como corrosão motivada por diferença de pH, produtos químicos em contato com o aço etc.

**Pilha de concentração** – pilha de corrosão produzida pela força eletromotriz gerada pelas diferenças de concentração de um determinado componente do eletrólito, como por exemplo o oxigênio dissolvido, o pH, os íons ferro etc.

(a) A instalação junto a armadura.  
(b) A eletroquímica da proteção catódica e a corrente de proteção.

## Concreto armado-protendido sem corrosão?

Só com TELA G

O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço é apenas passiva. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. Concreto armado-protendido sem proteção catódica é uma fria. Use TELA G preventivamente ou na recuperação. E ainda tem 20 anos de garantia.

TELA GALVÂNICA

Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 33



Figura 5 - A continuidade do tratamento e sua correta interpretação garantirão uma vida saudável para a tubulação.

rados de estripulias do oba-oba de opiniões de vendedores e cartilhas técnicas genéricas. É claro que o histórico do sistema é importante para o contexto dos dados, de modo a obter-se um diagnóstico correto.

### O tratamento

Com os dados levantados, montar-se-á o programa de tratamento químico específico para cada sistema. Uma dica boa é oa

### O inibidor

Em algumas edições da RECUPERAR apresentamos informações valiosas acerca da utilização de inibidores, como tratamento em tubulações e tanques industriais. Estas matérias informaram que cada sistema requer um tipo específico de inibidor que deverá estar atrelado a uma concentração específica o tempo todo, analisando-se até onde vai o seu tratamento. Poder-se-á utilizar modelos de corrosão e simuladores para chegar a estas informações.

### Limpadores de oxigênio

Caso a água da tubulação possua alta concentração de oxigênio dissolvido (OD), poder-se-á injetar limpadores de oxigênio, o que ajudará a impedir a corrosão, principalmente em tubulações pintadas internamente.

### Biocidas

Do tipo BIOBAC. São utilizadas corriqueiramente para interferir na vida de microorganismos instalados em tubulações. Geralmente utilizam-se dois tipos de BIOBAC,

dosados alternadamente, de modo a produzir melhores resultados, reduzindo a imunidade da bactéria. São injetados no local onde a água entra na tubulação ou continuamente em local específico do sistema.

### Outros produtos químicos

Poder-se-á injetar outros produtos químicos como limpadores de sulfetos, de modo a produzir outros efeitos.

### O monitoramento

Esta importante atividade, meio campo de qualquer atividade de manutenção industrial, deverá ser feita, de preferência, em tempo real, de forma contínua e periódica. Um sistema de monitoramento da corrosão, como diz um grande pesquisador, compara-se a um balão cheio de ar. Veja a figura 6. “Qualquer objeto pontiagudo” acaba com ele. A coleta de dados, feita durante um determinado período de tempo, definirá os parâmetros necessários à estratégia de tratamento a ser adotada durante um determinado tempo. A continuidade do tratamento mostrará se o programa implementado é ou não eficiente naquele período. A simples falha na injeção de um produto químico, em um determinado dia, poderá ser identificada, assim como seus efeitos. O uso de registradores de dados e outros instrumentos, portanto, é muito útil. Um outro detalhe interessante é que as técnicas apresentadas acima fornecerão um dado extremamente importante: a velocidade



Figura 6 - Ilustração dos problemas encontrados no monitoramento da corrosão.

de da corrosão. A estratégia de monitoramentos periódicos com cupons etc, fornecerá a velocidade da corrosão acumulada naquele período considerado. Por exemplo, a CIM, de imediato, poderá não ser identificada com o monitoramento on-line. Com a continuidade, poder-se-á descobri-la.

**fax consulta nº 34**

**RECUPERAR**  
Para ter mais informações sobre Corrosão.

[www.recuperar.com.br](http://www.recuperar.com.br)

**REFERÊNCIAS**

- **Joaquim Rodrigues** é engenheiro civil, mestre em corrosão, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologias da construção, É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor de diversas empresas.
- Basic Corrosion. Houston, TX: NACE International.
- Olorunniwo, O.E. and B.I. Imasogie. “Internal Corrosion Monitoring and Control in Sour Gas Systems”.
- Peabody, A.W., R. Bianchetti ed. Peabody’s Control of Pipeline Corrosion.
- L.M. Tata - Oil and gás corrosion.

**GLOSSÁRIO**

**Biocidas** – substâncias feitas para matar microorganismos ou eliminar o crescimento microbiológico. Podem ser inorgânicos ou orgânicos. Sua eficácia depende da natureza dos microorganismos e deve cumprir três funções principais: bactericida, fungicida e algicida.

**SISTEMA WIRELESS PARA MONITORAMENTO REMOTO**

Ao utilizar um sistema “wireless” para a transmissão de sinais a longas distâncias, obtém-se a medição efetuada pelo instrumento de campo a quilômetros de distância do ponto original. Onde você precisar!  
Sem o uso de cabos ou conduites, de um modo preciso e seguro.

**MONITORAMENTO**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 3154-3250  
fax (0XX21) 3154-3259  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 35

Sala de Controle