

PORTO INSEGURO

ESTACAS DE UM IMPORTANTE PORTO INDUSTRIAL APRESENTAVAM AVANÇADO ESTADO DE CORROSÃO. O TRATAMENTO, COM JAQUETA G, INTERROMPEU INTEGRALMENTE A CORROSÃO E RESTITUIU A INTEGRIDADE ESTRUTURAL PERDIDA.

Figura 1 - Parte do porto com sua estrutura de concreto armado/protendido sintomática.



CORROSÃO

Joaquim
Rodrigues

Uma doca com 11.000m² para atracação de navios, que alimenta uma grande indústria, estava com suas estacas pré-moldadas de concreto protendido em avançado estado de corrosão, tanto o concreto quanto o aço de alta resistência. As estacas, com 45cm de diâmetro, sustentavam blocos, vigas transversais e longitudinais, além das lajes, todas em concreto armado moldadas no local. O ambiente marinho, com nível de elevação da maré de

5m, apresentava água salgada com alguma contaminação de dejetos orgânicos. Este quadro é consequência de vinte e dois anos de serviços e ausência de monitoramento e manutenção.

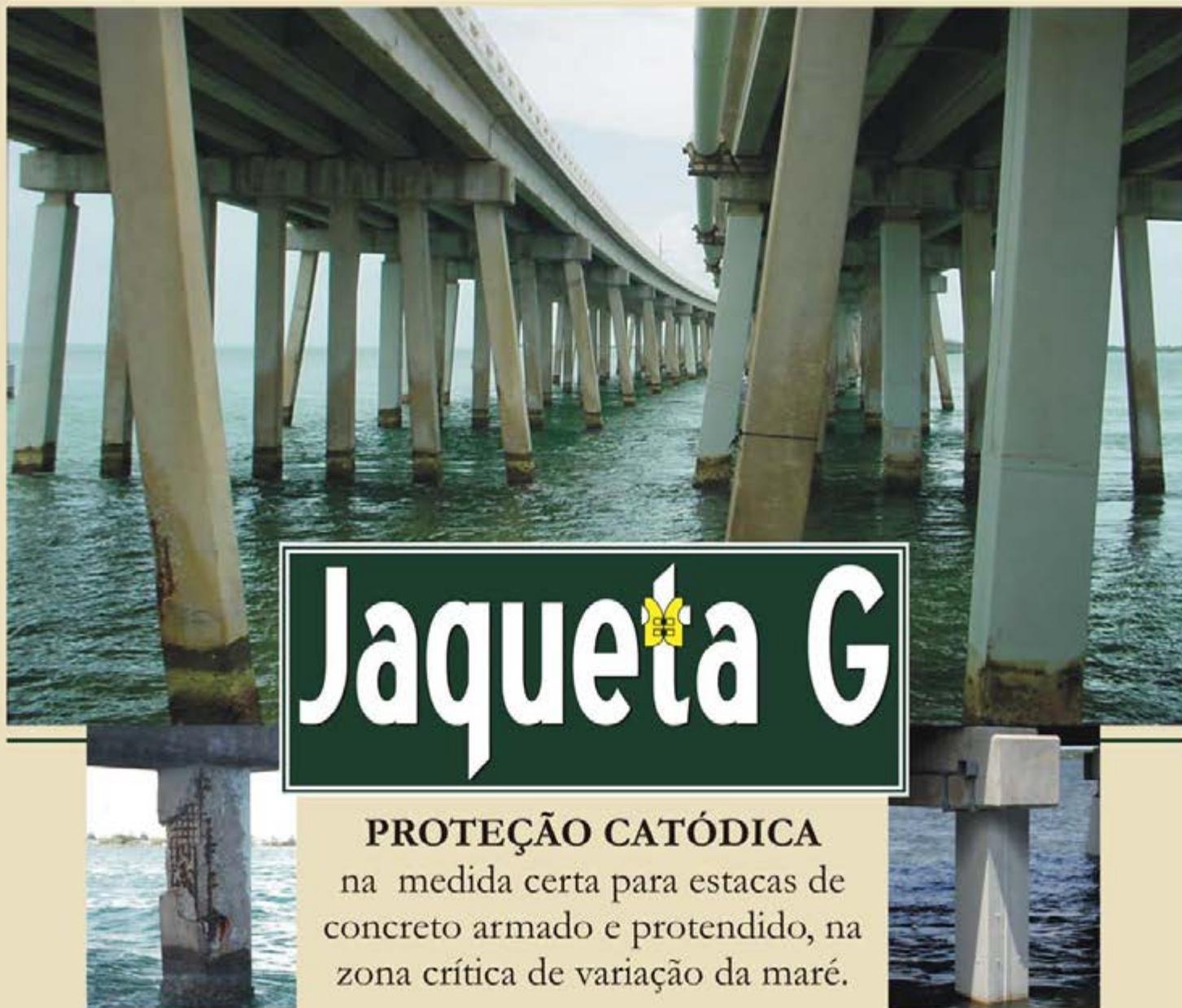
Os caminhos para a solução

Diante do possível colapso, esta indústria contratou um escritório de consultores de engenharia para a análise do problema e,

naturalmente, sua solução. Concreto armado ou protendido sem qualquer tipo de proteção, em água salgada, é problema na certa, em curto prazo. Vinte e dois anos não significaram o tempo de resistência da estrutura contra a corrosão, dois levantamentos executados demonstraram que o nível de deterioração existente tinha pelo menos 12 anos de vida, devido às perdas da seção do aço analisada. A análise da solução, naturalmente, passou pelos sistemas tradi-

Continua na página 7

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 02

onais à base de barreira com produtos cimentícios e poliméricos que só encheram o próprio umbigo. O uso de “barreira” ele-

troquímica, sugerido pelos consultores, convenceu os engenheiros da indústria, já que além de incorporarem a integridade es-

trutural nas estacas, vigas e lajes, neutralizaria a ação contaminante e irreversível do concreto e sua ação deletéria contra o aço,

Antes e depois

Estacas exigem tratamento eletroquímico com proteção catódica do tipo JAQUETA G. Tratamentos com barreira polimérica não

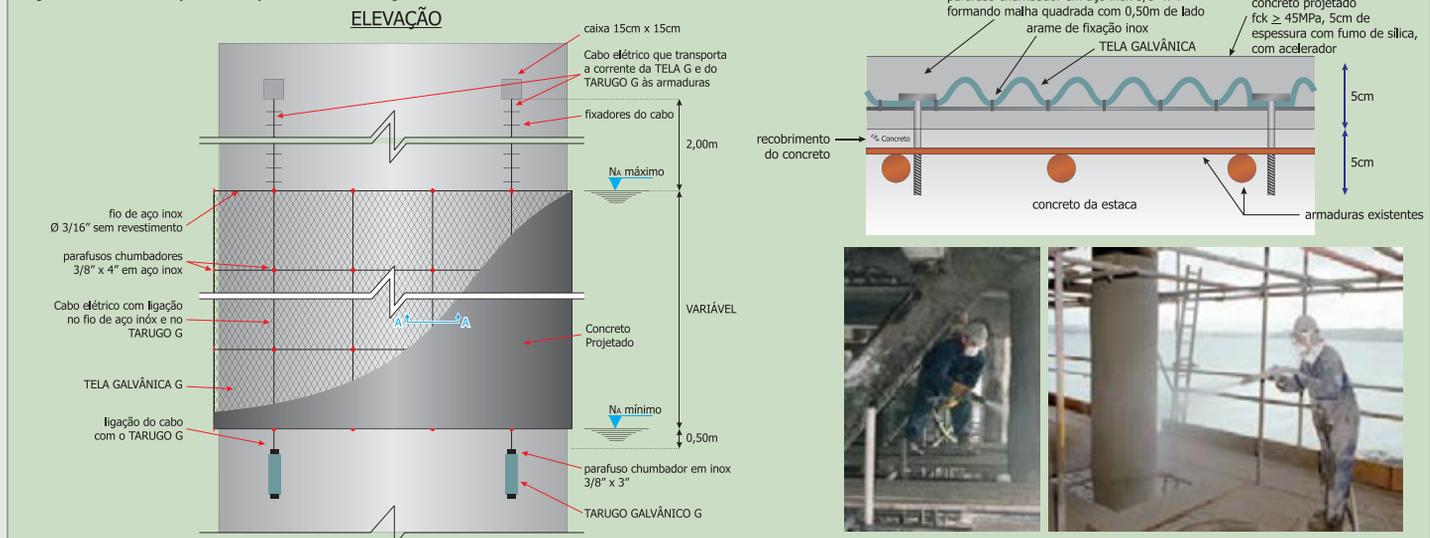
têm nenhum efeito positivo nos processos de contaminação do concreto e da corrosão nas armaduras/cabos de protensão. O aca-

bamento da JAQUETA G pode ser com jaqueta de fibra de vidro, polietileno ou com concreto projetado.



Outro acabamento da JAQUETA G

A JAQUETA G também é executada com acabamento em concreto projetado. Veja abaixo o esquema típico de execução.



armado ou protendido, com proteção catódica. Para as estacas, dimensionou-se o uso de JAQUETA G. Para as vigas longarinas/transversinas projetou-se o uso de VARA G contínua e nas lajes o ZINCO TERMO PROJETADO (ZTP).

Explicando a solução

Proteção catódica, por corrente galvânica, é um sistema de tratamento da corrosão que se baseia na diferença de energia eletroquímica entre o aço e o anodo empregado, o que gera uma corrente elétrica de proteção que neutraliza todos os focos de corrente da corrosão existente na superfície do aço. O material do anodo, mistura de alumínio, zinco e índio é a liga anódica mais eficiente e mais moderna que existe, pois oferece alto potencial eletroquímico, reduzida ação passivadora provocada pelo ambiente alcalino do concreto (o zinco é facilmente passivado em ambiente alcalino) e corrente galvânica suficiente para longos anos de proteção para o aço. Os benefícios da proteção catódica por corrente galvânica incluem:

- ✓ Ausência de sistemas de monitoramento de curto prazo.
- ✓ Ausência de fonte externa de energia.
- ✓ Cada peça estrutural tem seu próprio sistema de proteção catódica, dimensionado de acordo com a densidade de aço existente.
- ✓ 100% segura para o concreto protendido.



Viga longarina com seu fundo todo deslocado. Na foto menor a condição das estacas.



O tratamento da corrosão nas estacas

JAQUETA G é um sistema de tratamento da corrosão, por proteção catódica, específico para estacas marí-

timas e fluviais, indicado para a zona de variação da maré, onde se concentram as ações de

continua na página 10

GLOSSÁRIO

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

Reforço Estrutural



...só com sistemas MFC.



Os sistemas de reforço estrutural MFC foram desenvolvidos no Japão e EUA com o mais perfeito requisito resistência-durabilidade. Dispomos de uma formidável linha de produtos, com assessoria técnica, para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.

PRODUTOS MFC:

- 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 03



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.

tra a maior incidência da corrosão. Este sistema também consegue pro-

teger a região submersa da estaca. As 10 etapas básicas da instalação da

JAQUETA G nas estacas foram as seguintes:

Procedimentos para as estacas

- 1ª Todas as estacas foram analisadas e as regiões deslocadas e com aço exposto foram adequadamente cortadas e limpas.
- 2ª As trincas existentes foram injetadas com epóxi com ultra baixa viscosidade (<50cps).
- 3ª A superfície do concreto das estacas foi hidrojateada com areia de modo a proceder à limpeza necessária.
- 4ª Executou-se a abertura de "janelas", com 10cm x 10cm, ao longo do corpo de cada estaca, de modo a descobrir as cordoalhas de sua seção.
- 5ª Instalou-se, a seguir, armadura de reforço em forma de espiral, com diâmetro e quantidade de espiras por metro, adequadamente dimensionada. Esta armadura foi interligada com o sistema de cordoalhas protendidas, de modo a haver a continuidade elétrica entre ambos. A fixação da armadura espiralada ao concreto foi feita com pinos fixados com pistola.
- 6ª O anodo TELA G, adequadamente dimensionado para estas estacas conforme sua densidade de armadura e cordoalhas, foi então fixado ao longo de toda a área das



Trincas, deslocamentos e muita corrosão nas estacas antes do tratamento. Situação após o tratamento.

- estacas, sobre a armadura de reforço em forma de espiral. Um cabo de cobre nº 10 AWG, protegido, foi fixado ao longo da TELA G, de modo a formar o polo negativo.
- 7ª Na região submersa de cada estaca, foi fixado o TARUGO G, que garante o fornecimento de corrente de proteção na maré baixa. O cabo de cobre foi ligado também ao TARUGO G.
- 8ª O complemento final da JAQUETA G, suas fôrmas em fibra de vidro, formando a seção quadrada de cada estaca, com dis-

- tanciadores de 5cm entre a fôrma e a armadura espiralada.
- 9ª Procedeu-se então, o enchimento da JAQUETA G com grout cimentício adequado, através de bomba de concreto.
- 10ª Na parte superior das estacas os cabos de cobre que interligavam os anodos (TELA G e TARUGO G) e o aço (armadura espiralada e cordoalhas) foram revestidos com eletroduto de PVC, chegando a uma caixa também de PVC. Nesta caixa ficam os polos positivo e negativo da proteção catódica para monitoramento futuro.

Solution with one shot intelligent foam

**PH FLEX
super**

**Ponto final
no trânsito da água.**



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

PH FLEX SUPER
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 05

O tratamento da corrosão nas vigas longarinas/transversinas

A presença da corrosão em vigas portuárias, sejam longarinas ou transversinas, é manifestada em sua região inferior. Lá ocorrem deslocamentos e exposição das armaduras com presença de corrosão. Tudo isto motivado não pelo contato direto da água salgada, mas sim pela intensa maresia e deposição de sal nas superfícies. Com o fundo das vigas todo comprometido pela corrosão, projetou-se um sistema de tratamento da mesma com proteção catódica com base em anodos contínuos, VARA G, seção redonda com 2cm de diâmetro. De acordo com a densidade das armaduras das vigas, foram projetados 2 anodos para cada viga, fixados nos cantos delas.

Procedimentos para as vigas

1º Toda camada de recobrimento do concreto do fundo das vigas foi removida já que, mesmo as regiões sem sinais de deslocamento, em sua maioria, mostrou potenciais comprometedores no teste com a Semi-Pilha, acenando

para problemas a curto e médio prazos.

- 2º As armaduras, assim expostas, foram hidrojetadas com areia, de modo a se avaliar as possíveis perdas de seção. Confirmando-se estas perdas, inseriram-se novas barras procedendo-se o transpasse normativo.
- 3º O sistema de armaduras de todas as vigas foi checado com relação à continuidade elétrica. Toda e qualquer barra ou estribo, sem continuidade elétrica, foi interligada às demais.
- 4º A seguir, fixaram-se 2 anodos contínuos, VARA G, nas armaduras de fundo de cada viga.



Posicionamento da VARA G ao longo do fundo da longarina.

- 5º A seguir, foi feita a projeção de micro-concreto, revestindo-se as armaduras e anodos, compondo-se a nova camada de recobrimento das vigas.

O tratamento da corrosão no fundo das lajes

Sintomas pontuais de corrosão, tendo como fundo aquela sinistrose trivial viciada de armadura colada na fôrma, compôs o menu de problemas das lajes do sistema de docas deste porto. A solução? Com tal diagnóstico de concreto contaminado, ausência de camada de recobrimento protetora e corrosão instalada, só poderia ser a proteção catódica com Zinco Termo Projetado (ZTP), com uma espessura nominal de 1mm (1.000 micrômetros). Os procedimentos do tratamento foram os seguintes:

Procedimentos para as lajes

- 1º Limpeza preliminar com hidrojetamento de areia em toda a superfície do concreto que compõe o fundo das lajes,

(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

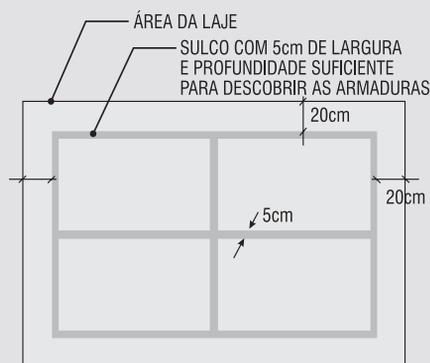
O aço da construção é reativo e corrói fácil. Armaduras e cordoalhas de protensão são de aço. O concreto é um falso sólido. A proteção do aço é apenas passiva. Com esta situação, a defesa natural e efetiva do aço é a proteção catódica. Sua atuação é facilmente checada e monitorada com uma semi-pilha. 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 06

de modo a remover depósitos de sais, sujidades e aquela película indesejável de nata superficial sobre a qual nada adere de modo a possibilitar a aderência do ZTP na superfície do concreto.

- 2º Abertura de sulco com 5cm de largura ao longo de todo o perímetro das lajes (20cm afastado do vigamento) e ainda uma cruz no meio de modo a manter o pólo negativo da proteção catódica.



Esquema da área de uma laje e a disposição do sulco que permitiu a ligação do pólo negativo da proteção catódica do ZTP em direção às armaduras.

- 3º Uma vez finalizada esta preparação preliminar, iniciou-se a aplicação do ZTP com uma espessura nominal média de 1.000 micrômetros, checada com lâmina medidora de película seca.



A aplicação do ZTP.

- 4º Finalizando o tratamento, com o objetivo de impedir a auto passivação do zinco e a diminuição da corrente de proteção, revestiu-se a película de ZTP com 200 micrômetros de TOPCOAT FC, tinta de elevada durabilidade à base de poliuretano.

A durabilidade projetada

O objetivo deste tratamento, devido ao natural estado de contaminação do concreto por sais do ambiente marinho, e o conseqüente comprometimento do aço ali hospedado, foi interromper e salvar, dar pelos próximos 20 anos, todo o aço estrutural que compõe a infra-estrutura do porto em questão, totalizando uma área aproximada de 7.000m².

fax consulta n° 07



Para ter mais informações sobre Corrosão.

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.



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, CO₂ 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 n° 08

O SERVIÇO ACABOU MAS A RESISTÊNCIA DO SOLO NÃO PÁRA DE AUMENTAR.



CONHEÇA MAIS SOBRE MELHORIA DE SOLOS MOLES E AS VANTAGENS PERTINENTES ÀS TÉCNICAS DE CONSOLIDAÇÃO

SOLOS

Jorge Luiz F. Almeida

Serviços de Compactação Profunda Radial (CPR) em uma área urbana com 8.000m², em Recife, e com camada de solo mole de + 10m de profundidade.



Geodreno purgando água após o CPR.

Para avaliar o módulo ou a condição de um solo mole após serviços de consolidação profunda radial (CPR), aterro temporário etc, tornando-se um solo super consolidado, existem alguns métodos específicos onde sobressai o teste de penetração do cone, Cone Penetration Test, em inglês CPT, seja ele estático ou dinâmico que, na realidade, funciona como uma verdadeira prova de carga. Verdade? Sim, claro. No entanto, engenheiros costumam ignorar dois fatores super significantes:

1º Solos super consolidados têm aumento contínuo da resistência após o término dos serviços de consolidação, diferentemente das técnicas tradicionais de fundação.

2º Depois da primeira campanha de teste CPT, após a consolidação, o solo assim super consolidado tem aumento contínuo dos valores de CPT.

Rotineiramente, após serviços de consolidação de solo mole, costuma-se avaliá-lo com teste CPT. É bom lembrar que testes SPT não são boa referência para atestar este tipo de serviço (veja matéria na RECUPERAR nº 77). Não é difícil acontecer de testes CPT, pós-consolidação, apresentarem valores que reflitam pouca melhoria no solo tratado. Com esta situação, engenheiros e técnicos, que trabalham com a técnica do CPR, por exemplo, costumam questionar:

SUBSTITUINDO SOLO?



Existe maneira mais moderna, inteligente e barata para consolidar solos sem resistência em grandes áreas.

COMPACTAÇÃO PROFUNDA RADIAL (CPR)

Peça hoje mesmo informações.

CPR
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 10

Relembrando mecânica de solos

Quando se promove consolidação profunda num solo mole por CPR, por exemplo, a poropressão presente não ficará mais em equilíbrio. Isso quer dizer que, devido às cargas aplicadas, surgem fluxos d'água e, conseqüentemente, ocorre a dissipação desse excesso da poropressão devido às tensões impostas pelos bulbos do grout. Ou seja, ocorrem fluxos d'água para dissipar a poropressão adicional criada. Assim, estabelece-se gradientes ao longo da massa do solo mole tensionado e, portanto, iniciam-se fluxos como resultado destes gradientes e o excesso de poropressão dentro do solo mole começa a diminuir além do seu volume na região carregada. O termo consolidação radial é empregado onde ocorrem fluxos transientes radiais devido à instalação da malha de geodrenos para acelerar a velocidade da consolidação do solo mole. O efeito compressivo na camada de solo mole durante a execução do CPR, devido à formação dos bulbos do grout, pode ser dividido em duas fases:

- 1 - Compressão primária ou instantânea, que ocorre enquanto há dissipação do excesso da poropressão através dos geodrenos.
- 2 - Compressão secundária ou atrasada, que continua de forma lenta, após a completa dissipação do excesso da poropressão. Sua existência deve-se à relação, totalmente dependente do tempo, do volume de vazios do solo com as tensões efetivas atuantes. Como a formação dos bulbos do CPR induz formação imediata de tensões, assim como sua permanência durante prazos diversos, esta última característica introduz ainda mais consolidação no solo mole. Em camadas espessas de solo mole, durante o CPR, ocorre naturalmente compressão instantânea. À medida que dissipa-se o excesso de poropressão, verifica-se já a presença dos efeitos da compressão atrasada, cujo tempo de permanência dependerá da espessura do solo mole tratado, assim como do nível de tensões imposto pelos bulbos do grout.

será que toda a malha de geodrenos, toda a quantidade de grout bombeado (geralmente de 10 a 20% do volume do solo) e todo o nível de tensões (de 10 a 30kg/cm²) imposto ao solo foi insuficiente ou as correlações entre compressibilidade e os parâmetros geotécnicos estão errados? Como não é difícil verificar o estado de tensão-deformação de um solo (seu módulo), fica claro que a resposta a este problema é conciliar todo o estado de tensões imposto com os parâmetros geotécnicos obtidos. É perfeitamente

aceito que as propriedades de compressibilidade e resistência de um solo seja argiloso, arenoso ou siltoso, melhorem com o tempo, tanto em depósitos de solos naturais, como quando submetidos a superconsolidação com as técnicas do CPR, aterro temporário, vibro-compactação etc. Numerosos artigos têm sido publicados sobre este fenômeno, incluindo a 25ª leitura de Karl Terzaghi (Schmerhmann, 1991). Esta melhoria da resistência e aumento do módulo ocorre com a dissipação do excesso da poropressão. Alguns

pesquisadores também atribuem esta melhoria, evidenciada pelo tempo, às tensões efetivas, à compressão secundária, a cimentação, ao movimento dispersivo das partículas, ao efeito de arqueamento e suas tensões internas, além de outros fatores.

Os números

Não é novidade que técnicos e engenheiros envolvidos em serviços de melhoria do

GLOSSÁRIO

Solo mole – são solos sedimentares com baixa resistência à penetração (valores de SPT inferiores a 4 golpes), em que a fração argila imprime as características de solo coesivo e compressível (plástico). São argilas moles ou areias fofas. Os depósitos ou ambientes de deposição variam desde fluvial (aluviões nas várzeas dos rios) até o costeiro, passando pelos pântanos, onde ocorrem os depósitos orgânicos.

Tensões efetivas – parcela da tensão total, aplicada a um solo, suportada pelo esqueleto sólido, responsável pela resistência e deformação.

Adensamento secundário – fase em que após a completa dissipação da poropressão ocorrem deformações no solo, devido à compressão do seu esqueleto sólido.

Módulo – tensão para uma determinada deformação.

Poropressão – pressão que atua na água contida nos vazios do solo. O mesmo que pressão neutra. Quando um solo compressível, saturado e de baixa permeabilidade é tensionado, de alguma forma, as tensões são, no início, transferidas ou suportadas pela água de seus poros, que acarreta o chamado excesso de poropressão e que, aos poucos, vai sendo transferido para a estrutura do solo.

Continua na pág. 22

TECNOLOGIA?

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).

Evite isto!

CPV-4
 Tele-atendimento
 (0XX21) 3154-3250
 fax (0XX21) 3154-3259
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 11



ESTACA METÁLICA COM CORROSÃO



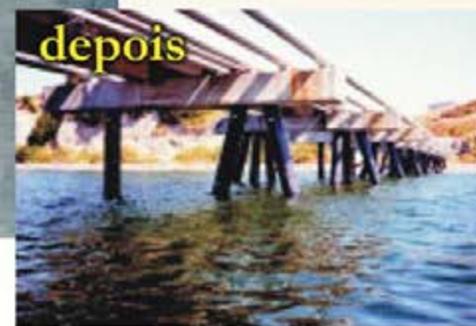
Sua estaca metálica está com corrosão?
Só existe uma solução efetiva e específica:
PROTEÇÃO CATÓDICA COM JAQUETA AG.
É a mais completa solução para estacas metálicas ou
“tubadas”, pois reúne o melhor custo-benefício em
matéria de proteção catódica, associado ao mais
efetivo revestimento protetor. Oferecemos planos de
garantia superiores a 20 anos.

Corrosão não pára.
Interrompa este processo com segurança.

Jaqueta AG

The Right Jacket.

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





CPR sendo executado em uma área de 30mil metros quadrados em Recife, em uma camada de solo mole de 8m de profundidade.

solo, assim como consultores geotécnicos, costumam ficar frente a frente com a questão de como explicar ou avaliar o nível de melhoria de depósitos de solos consolidados, na maioria das vezes analisados por dados do SPT (!) e até CPT onde, de forma incrível, chegam a informar diminuição nas propriedades de resistência e compressibilidade do depósito tratado, imediatamente

após os serviços de consolidação. “Curiosamente”, apenas algum tempo após esta primeira campanha de testes, as propriedades de resistência e compressibilidade aumentaram substancialmente. O Massachusetts Institute of Technology apresenta na figura abaixo, a relação entre compressão instantânea e atrasada para uma determinada espessura de solo mole. Jones também apresentou trabalho interessante sobre consolidação do solo por vibro-substituição em um depósito de solo fofo, em São Francisco, onde se aferiu um abatimento de



CPT dinâmico sendo executado.



Lenta dissipação do excesso de poropressão, em torno do geodreno, 10 dias após a execução do CPR.

cerca de 60cm no greide do solo (10% de deformação). Ensaios CPT, imediatamente posteriores, informaram pouco ou nenhuma melhoria no depósito chegando, inclusive, a apresentar valores de resistência inferior aos obtidos antes dos trabalhos de

GLOSSÁRIO

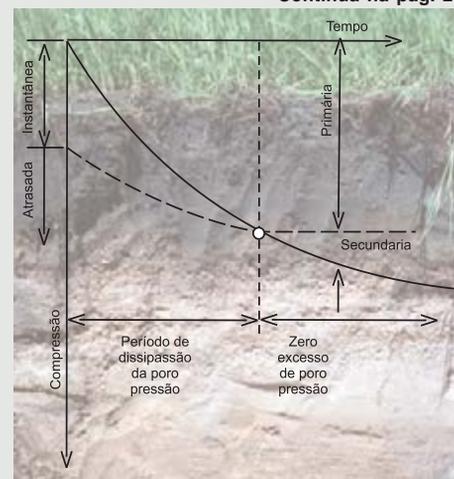
Gradiente (hidráulico) – a carga que a água dissipa durante sua percolação em direção aos geodrenos, em função das tensões criadas pelo, por exemplo, CPR dividida pela distância até os geodrenos.

Permeabilidade de um solo – tem a ver com um coeficiente chamado coeficiente de permeabilidade K, que indica a velocidade de percolação da água no solo. Sua unidade é o m/s e como para os solos seu valor é muito baixo, é expresso pelo produto de um número inferior a 10 por uma potência de 10. Por exemplo, uma argila tem $k < 10^{-9}$ m/s enquanto uma areia grossa o k é superior a 10^{-2} m/s.

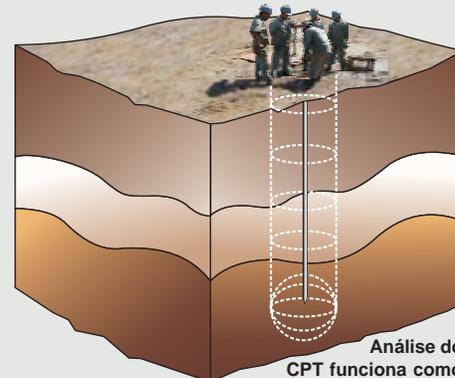
Superconsolidação – também chamada de sobre consolidação, sobre adensamento e até overconsolidação, refere-se a relação entre a máxima tensão sofrida pelo solo, em sua história, e a máxima tensão imposta no presente, por exemplo, com um CPR.

Compressibilidade – susceptibilidade de um solo ao diminuir de volume sob o efeito de uma tensão imposta.

Continua na pág. 20



Relação entre o efeito da compressão instantânea e atrasada com a compressão primária e secundária para uma determinada espessura de solo mole.



Análise do CPT funciona como uma verdadeira prova de carga.

E os geodrenos?

Geodrenos são drenos verticais inseridos no solo através de maquinário específico. Trata-se de um sistema de drenagem de dois componentes, formado por um falso tecido filtrante que envolve uma chapa plástica corrugada. O falso tecido permite apenas a água passar, em direção à chapa plástica corrugada, que se encarrega de direcioná-la para a superfície.





Piso-Dur

High Strength

De pequenos ambientes a pavimentos inteiros de edificações **Piso-Dur** High Strength é o mais prático revestimento auto-nivelante que existe. Ideal para regularizar contra-pisos, recobrir pisos cerâmicos, pisos de concreto antigos, revestir trincas em pisos de concreto etc. **Piso-Dur** High Strength aceita espessuras de 3 a 7mm, com liberação de tráfego em 12 horas.

- **Basta adicionar água.**
- **Aceita pintura epóxica 48 horas após.**
- **Excelente aderência.**
- **Não necessita de qualquer tipo de remoção.**
- **Cores cinza e branco.**
- **Pega inicial 15 minutos – pega final 60 minutos.**

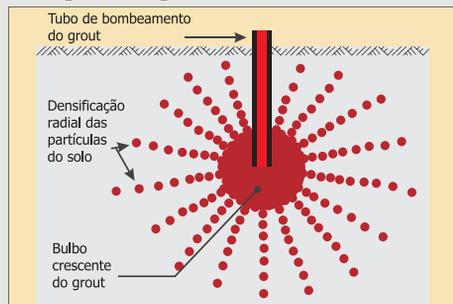


PISO-DUR
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 13



CPR sendo executado. Em primeiro plano o tubo que adentra no solo com seu manômetro que informa a tensão imposta ao solo na profundidade do bombeamento.

consolidação do solo. Algum tempo depois, confirmou-se um enorme incremento de resistência. Lukas, por sua vez, apresentou pesquisa feita com trabalhos de consolidação do solo sobre uma capa de areia depositada sobre uma capa de solo mole silto-argiloso, com nível d'água (NA) localizado no topo da capa mole. Durante os traba-



O efeito da densificação do solo devido à formação dos bulbos do CPR.

lhos de consolidação do solo, o nível d'água chegou a subir cerca de 1m, fazendo com que a capa de areia se comportasse como uma esponja. Testes pressométricos feitos duas semanas após o tratamento apresentaram valores inferiores aos originais, obtidos antes da consolidação. A análise dos piezômetros informou que a dissipação do excesso da poropressão ocorreu 35 dias depois. Um mês e meio após, novos testes pressométricos já apresentavam valores bem superiores. Mais dois meses se passaram e novos testes já informavam o dobro dos anteriores.

Aprofundando a análise

Testes de penetração tipo CPT ou SPT são utilizados para estimar o comportamento do

Resistência à penetração do cone (CPT)



Melhoria da resistência do solo aferida por um CPT. solo com relação a futuros recalques. O recalque calculado na ponta do lápis é inversamente proporcional ao módulo do solo, tanto para o módulo elástico, E, como para o módulo confinado, M, que, por sua vez está associado à resistência obtida com o ensaio CPT, através da fórmula:

$$M = \alpha \cdot q_c$$

Onde q_c é a resistência de ponta e α relaciona-se ao tipo, ao estado de tensões e ao

GLOSSÁRIO

Piezômetro – instrumento utilizado para medir a poropressão no solo.

Adensamento – redução rápida ou lenta do volume de uma massa de solo sob o efeito de seu próprio peso e/ou de cargas externas ou invasivas. Ocorre em 3 estágios sucessivos: inicial, primário e secundário.

Ensaio pressométrico – desenvolvido na França em 1955 é, basicamente, um dispositivo cilíndrico que adentra no solo, promovendo uma tensão uniforme nas paredes do furo, através de sua membrana flexível, ocasionando uma expansão no solo. Existem 3 tipos no mercado. Exige muito cuidado e calibração permanente.



O assassino da Reatividade Alkali-Agregado (RAA)



RENEW
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
Fax consulta nº 15

GLOSSÁRIO

Resistência (ao cisalhamento) – todos os solos rompem por cisalhamento, que está combinado à coesão (c) e ao atrito interno (ϕ). A coesão tem a ver com a adesão entre as partículas do solo, o que é significativo nos solos argilosos e zero nas areias lavadas. O ângulo de atrito interno (ϕ) deve-se à aspereza estrutural entre partículas do solo, considerável nas areias e fraca nas argilas. Assim a resistência ao cisalhamento é igual a coesão + tensão total x tg ϕ . A tensão total é fundamental para a resistência ao cisalhamento que, no entanto, divide com a poropressão essa tarefa, já que esta última absorve parte da carga imposta, reduzindo-a. Lembramos que a tensão total é igual à tensão efetiva + poropressão. A tensão total, em qualquer plano do solo, é a soma da tensão efetiva ou seja tensão entre partículas sólidas do solo e a pressão do fluido existente em seus vazios.

Compactação profunda radial (CPR) – técnica de consolidação do solo mole ou fofo com a redução da compressibilidade e o aumento de sua resistência, através da instalação prévia de geodrenos e a posterior compactação, devido a formação de bulbos de grout bombeado a alta pressão. O Compaction Grouting é uma variação do método.

Tempo de adensamento ou consolidação – relaciona-se, primeiro, à quantidade de água que é expulsa da massa do solo. Vincula-se ao produto das tensões impostas, à compressibilidade (quanto mais plástico mais compressível) do solo e ao seu volume. Segundo, o tempo para ocorrer a consolidação é inversamente proporcional à velocidade com que a água flui pelo solo. O uso de geodrenos em solos moles aumenta substancialmente sua baixíssima permeabilidade e altera o tempo de consolidação.

grau de consolidação imposto ao solo. Apenas com base nesta equação, Mitchell, Gardner, Lunne e Christoffersen atestam:

Consolidação profunda significa solo Super Consolidado

Solos super consolidados, mesmo com resultados de CPT (e até SPT) que não evidenciem a melhoria do solo, certamente terão recalques bem menores do que a metade do que seria esperado antes da consolidação.

fax consulta nº 15



Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

1 Jorge L. F. de Almeida é professor e engenheiro de fundações.

- 2 Jones, J. (1988), Report of ground improvement following vibroreplacement at the U.S. Navy Treasure Island Dental Clinic, San Francisco, California, unpublished.
- 3 Lukas, R. (1997), .Delayed Soil Improvement.. Ground Improvement, Ground Reinforcement, Ground Treatment, Developments 1987 - 1997, Geotechnical Special Publication No. 69, Logan, Utah, pp 409-420 .
- 4 Lunne, T. and Christoffersen, H. (1985), .Interpretation of Cone Penetrometer for Offshore Sands., Norwegian Geotechnical Institute No. 156, Oslo, pp 1-11.
- 5 Mayne, P., 1986, .Law Engineering Testing Co. Report for Moduli for Settlement Calculations, Dynamic Compaction Program, Haii Al Bathna and Haii Al Oyoun, Yanbu, Saudi Arabia.
- 6 Mitchell, J. and Gardner W. (1975), .In Situ Measurement of Volume Change Characteristics., Proceedings, In Situ Measurement of Soil Properties, Volume

- II, Raleigh, NC, ASCE, pp 279-345.
- 7 Robertson, P. and Campanella, R. (1983), .Interpretation of Cone Penetration Tests., Canadian Geotechnical Journal, Vol. 20, No. 4, pp 718-733.
- 8 Schmertmann, J. (1970), .Static Cone to Compute Settlement Over Sand., Journal of Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 96, SM3, May, pp. 1011-1043.
- 9 Schmertmann, J. (1978), .Guidelines for Cone Penetration Test, Performance and Design., Federal Highway Administration Report No. FHWA-TS-78-209, U.S. Dept. of Transportation, Washington, D.C.
- 10 Schmertmann, J., et. al., (1986), .CPT/DMT Quality Control of Ground Modification., Proceeding, Use of In Situ Tests in Geotechnical Engineering, ASCE, Special Publication No. 6, Blacksburg, Virginia, pp 985-1135.
- 11 Schmertmann, J. (1991), .The Mechanical Aging of Soils., Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 117, No. 9, pp 1288-1329.



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



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. Borracha extremamente resistente ao tempo e ao desgaste abrasivo, totalmente impermeável, formada com copolímeros de polietileno de baixa densidade e acetato de etileno vinílico. Colada com epóxi EVAPÓXI é superior a todas as juntas do mercado. **NÃO PRECISA INJETAR AR.**

JUNTA EVAZOTE
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16

A PINTURA DE PROTEÇÃO FALHOU. O QUE FAZER?

CONHEÇA AS ETAPAS A SEREM SEGUIDAS PARA SABER O PORQUÊ DE UMA PELÍCULA TER FALHADO PRECOCEMENTE. A OBTENÇÃO DA AMOSTRA DA PELÍCULA E A FORMA DE COLETÁ-LA É CRUCIAL PARA A ANÁLISE.

ANÁLISE

Michelle Batista

No meio do fogo cruzado de uma quantidade enorme de resultados de testes sofisticados, um patologista experimentado poderá, com certa facilidade, descobrir porque uma película de tinta falhou. Por exemplo, a espectroscopia do infravermelho (EI) pode determinar informações sobre o tipo da tinta, a presença de contaminação e a relação de mistura dos dois componentes. A cromatografia detecta solventes residuais tanto na película quanto no líquido que fica

dentro das bolhas presentes na pintura. A calorimetria de varredura diferencial (CVD) informa se a película curou adequadamente. A microscopia com energia dispersiva do Raio-X (EDRX) detecta e caracteriza, de forma precisa, planos de ruína na película, presença de detritos e elementos estranhos. Para todas estas situações, no entanto, o tipo e a qualidade da amostra de película têm fundamental importância. Sem estes dois atributos, nada feito. E aí? Vamos lá.

Analise tudo, antes.

A vitrine de tintas e revestimentos de proteção para a área de construção e industrial é enorme. A variedade de superfícies e microambientes então, nem se fala. Não há um livro de receitas de procedimentos para caracterizar o chamado “estado de ruína”

GLOSSÁRIO

Analítico – relativo a, ou que procede por análise.



Deslocamento típico e comum em pisos epóxicos.

de uma película, seja tinta ou revestimento, com um caminhão de variáveis para des-trinchar. O patologista ou investigador, que irá coletar as amostras, deverá estar bem

sintonizado em relação ao tipo de problema existente e as nuances que o cercam, de modo a elaborar o esquema de amostragem. Toda informação, nos mínimos detalhes,

será de suma utilidade. Uma das primeiras observações é procurar idealizar o padrão de ruína presente. A formação de bolhas ou o estado de fraturamento da película pode estar ocorrendo apenas em um lado da estrutura ou próximo às juntas de dilatação. Todas estas informações, da “cena do crime”, ajudarão a montar o quebra-cabeça da causa da ruína. O melhor dos laboratórios, apenas com a análise da amostra, poderá incorrer em erro de diagnóstico.

Amostra boa versus ruim

Provavelmente, a regra mais importante na análise da ruína de películas de pintura/revestimentos seja comparar amostras com e sem problemas. Isto porque na roleta russa de causas prováveis da ruína está a pouca ou muita espessura do filme, a presença de vazios, a mistura inadequada dos componentes, a formação de filme seco durante a aplicação etc. Muitas das vezes um primer é aplicado de forma incorreta e acaba acontecendo a fissuração do filme, exatamente pelo fato de que foi aplicado muito espesso, por exemplo, com 200 micrômetros, ao

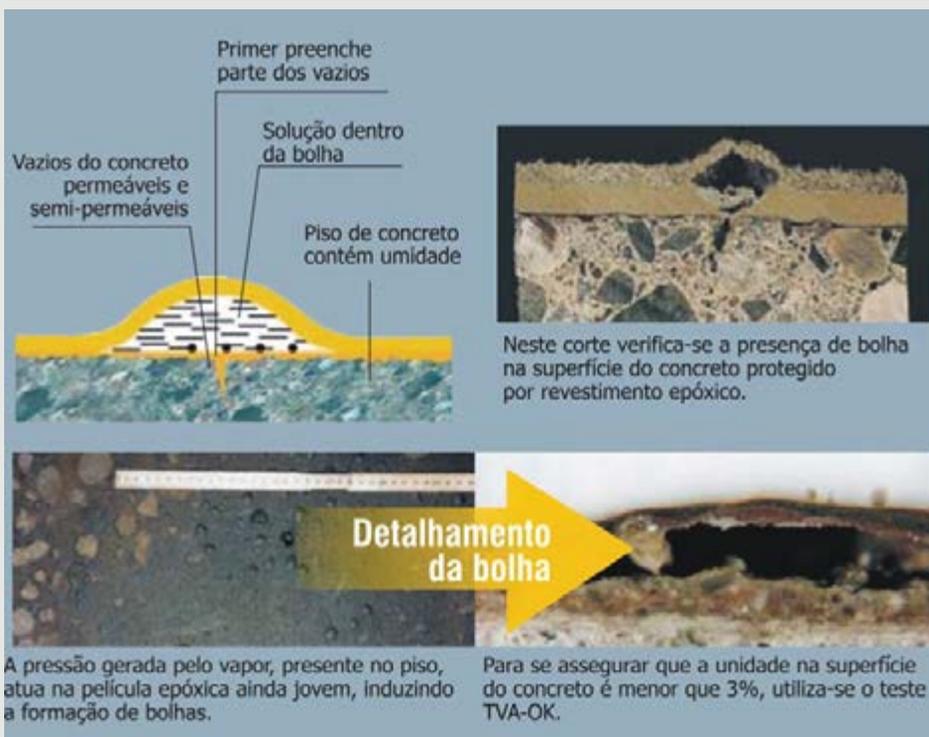
Continua na pág. 26

IPACON
Instituto de Patologias
da Construção

ANÁLISES LABORATORIAIS

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

- Fazemos todos os testes necessários para análises patológicas em películas de tinta;
- Microscopia;
- Microscopia eletrônica de varredura;
- Espectroscopia do infravermelho com transformada de Fourier;
- Gas cromatografia - espectroscopia de massa;
- Pirolises GC-MS e
- Outros.



invés de 80, tornando óbvio o julgamento. Esta moldura, infelizmente, não é comum. Assim, é de bom tamanho obter-se três ou quatro amostras problemáticas e, pelo menos, duas ou três em perfeito estado, de modo a fazer com que “estas testemunhas” comecem a “falar”. Algumas vezes, contudo, fica até difícil prognosticar o que é área boa e em estado de ruína. Por exemplo, quando ocorre formação de bolhas, descoloração ou pontinhos de ferrugem na película fica fácil diagnosticar a área boa da ruim. Casos de adesão insuficiente do filme, contudo, torna o caso complicado. No Instituto de Patologias da Construção (Ipacon) temos recebido amostras “boas”, muitas das vezes do tamanho de uma moeda de 10 centavos, enquanto as amostras da região comprometida são do tamanho de uma folha A4 o que induz, de imediato, um caso de falta de adesão. O que é prematuro porque, muito provavelmente, as pequenas amostras “boas” podem pertencer a uma

Concrete Solutions...

...to Repair & Protect Structures.

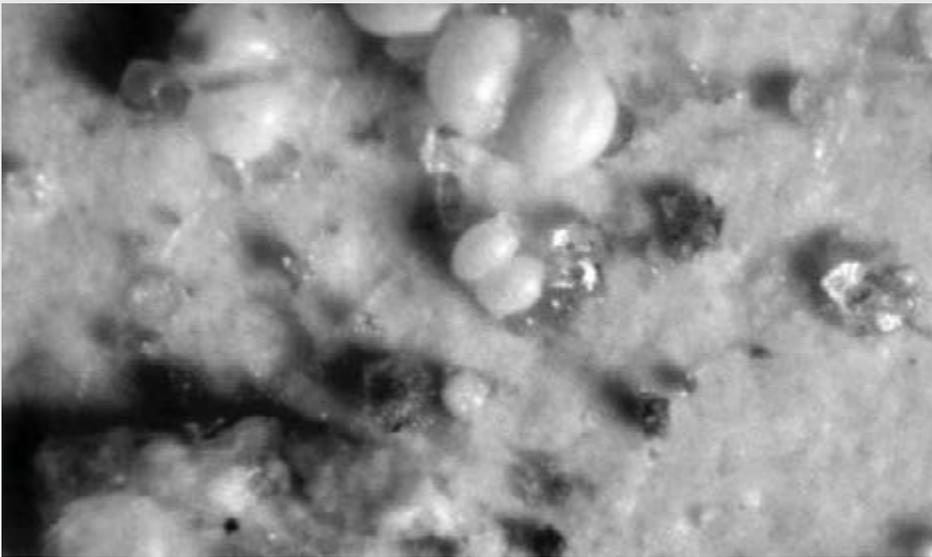


- Recuperação/Reforço Estrutural
- Impermeabilização de Tanques Industriais
- Refundações
- Consolidação de Solo Mole
- Proteção Catódica na Corrosão

*Concrete Solution for
Making Your Project a Success*

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

ENEGRAUT
25 ANOS



Nesta microscopia fica evidente a separação da resina em relação aos demais componentes da tinta. Trata-se de um caso de tinta de má qualidade. Microambientes com altas temperaturas podem também provocar esta patologia que, a olho nu, é completamente invisível.

região com problemas de adesão que, no entanto, ainda não se manifestou. Assim, muito provavelmente, ambas as amostras poderão pertencer a regiões comprometidas.

Quando a película se desfaz

Quando o estado de ruína envolve o descamamento ou formação de bolhas de uma

demão em relação à outra, que forma a base, é obrigatório obter amostras das duas camadas, pondo-as no mesmo saco, identificando-as separadamente.

Películas já deslocadas não são amostras

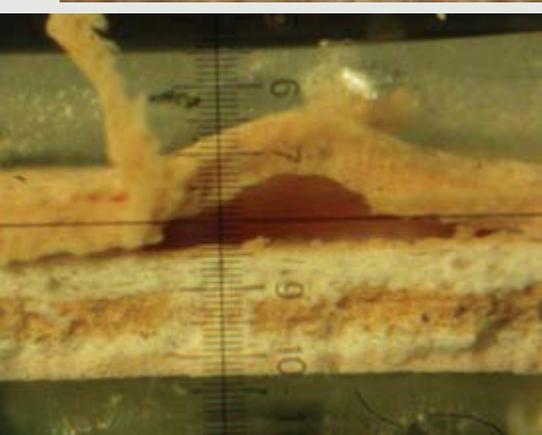
Nas situações apresentadas acima, referimo-nos à remoção de películas com problemas de aderência. Outra coisa é coletar amostras, já deslocadas, existentes no local. Embora possam nos dizer alguma coisa, seu lado interno, certamente, já está comprometido pelo ambiente. Este tipo de situação é tão mais importante quando se trata da camada de acabamento em relação ao primer aplicado como base.

Cara ou coroa?

Raramente existirá similaridade entre casos de ruína de película, que variam de uma simples e sutil gradação até casos de deslocamentos bem complexos. Há casos em que uma simples e cuidadosa microscopia de-



Pintura de proteção com epóxi novolac no interior do tanque de uma estação de tratamento de efluentes industriais. Na foto menor, o serviço realizado. A preparação das superfícies e o primer são fundamentais para a durabilidade da proteção.



Bolhas na superfície da pintura de proteção provocadas pela volatilização do seu solvente. Geralmente estas bolhas são muito pequenas e só vistas ao microscópio. Quando maiores, as bolhas apresentam furos formando pequenas crateras.

tecta a causa do problema. Desplacamento intercadas, contudo, é uma das patologias mais complexas de diagnóstico. Parece engraçado, mas quando a película de acabamento chega deslocada da base ou primer, a primeira pergunta que se faz é: qual é o lado de fora? Isto porque há muita semelhança entre os dois lados. Assim, torna-se necessário identificar qual o lado interno e o externo da camada de acabamento.

O líquido das bolhas

Formação de bolhas é uma patologia comum. Muitas vezes, a simples análise do líquido presente identifica o mecanismo de ruína da película. Assim, a coleta do líquido é fator crítico para o diagnóstico. Como coletar? Não é difícil. Com uma se-

ringa de 1cc adequada, fura-se a bolha e extrai-se o líquido. Antes, porém, é sugerido aplicar um papel toalha molhado sobre a superfície da pintura, de modo a limpá-la, evitando possível contaminação externa do líquido. Se a película for tão dura a ponto de uma faca poder perfurá-la, faça-o e depois insira a seringa. A própria seringa poderá ser enviada ao laboratório. Uma vez retirada a agulha, insere-se o plug plástico, vedando-se com fita adequada. É muito importante este procedimento porque o material coletado poderá conter solventes voláteis. Não esqueça da identificação.

Limpeza

Técnicas de identificação como a EI ou a MEV-EDRX necessitam de amostras peque-

nas. Quanto menor a amostra maior a exigência de limpeza. Qualquer sujeira poderá conduzir a respostas errôneas. Amostras grandes, por outro lado, permitem ao analista limpá-las adequadamente, podendo escolher partes da amostra.

Identificando tintas antigas

Ao se proteger estruturas antigas com pinturas e revestimentos, torna-se obrigatório identificar a antiga tinta de base, com o objetivo evidente de selecionar uma pintura nova compatível. A moderna maneira de fazer isto é com espectroscopia do infravermelho (EI). Para tanto, basta retirar amostras com o tamanho de uma moeda de 10 centavos. Desta forma, obtém-se um espectro do infravermelho da superfície da amostra. Muitas vezes a superfície (antiga) da amostra apresenta sujeira aliada ao próprio envelhecimento da película. Desta forma, dever-se-á limpá-la com solução de brometo de potássio e, às vezes, até fazer um pequeno lixamento.

fax consulta nº 18

RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.



Grupo Falcão Bauer

Laboratório Credenciado pelo INMETRO

Tel.: 11 3611-0833

www.falcaobauer.com.br

bauer@falcaobauer.com.br

Qualidade Presente Garantindo o Futuro

- Inspeções, recuperação e reforço estrutural convencional e com fibra de carbono.
- Gerenciamento e fiscalização de obras.
- Provas de carga e controle de recalque.
- Controle global da qualidade na construção civil, controle tecnológico de concreto, solos, pavimentação e estruturas metálicas.
- Análises químicas, físicas e metalográficas.
- Meio ambiente.

A BIODETERIORAÇÃO NOSSA DE CADA DIA

ESSA MUDANÇA INDESEJÁVEL NAS PROPRIEDADES DO CONCRETO, DO AÇO E ATÉ DA FIBRA DE CARBONO, DEVIDO À BIODETERIORAÇÃO, TORNOU-SE ROTINEIRA NO DIA A DIA DO REPAIRBUSINESS. ANALISAMOS ESTUDOS RECENTES SOBRE SEU MECANISMO DESTRUIDOR E AS SOLUÇÕES ESPECÍFICAS DE TRATAMENTO.

Figura 1 - A biodeterioração é facilmente encontrada em estações de tratamento de efluentes.



Figura 2 - Pinturas protetoras devem ter agentes específicos de proteção física e biológicas que impeçam o depósito biológico.

BIOCORROSÃO

Patrícia
Karina Tinoco

A biodeterioração, certamente, tem um espectro de atuação bem mais amplo que a já conhecida corrosão microbiológica, já que em sua dieta, além do aço da construção, encontra-se o desprotegido concreto, plásticos e até os resistentes compósitos à base de fibra de carbono. Para que entendamos do assunto, corrosão microbiológica, biocorrosão ou corrosão induzida por microorganismos (CIM) são processos de desintegração que afetam em cheio o aço e o concreto. Neste ambiente, vemos e con-

vivemos com depósitos biológicos sobre a superfície dos materiais, tanto na forma de micro como de macro depósitos, ambos formando o sinistro biofilme, que contabiliza partículas inorgânicas, precipitados cristalinos, produtos da corrosão e células imobilizadas em matrizes orgâ-

nicas de seres extracelulares produzidos pelos microorganismos.

O depósito biológico, bem característico, ocorre tanto com fluxos turbulentos como em águas paradas, industriais ou não. Dentro deste ambiente ocorrem processos orgânico-biológicos cujo resultado é a velha

Continua na pág. 32



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 26

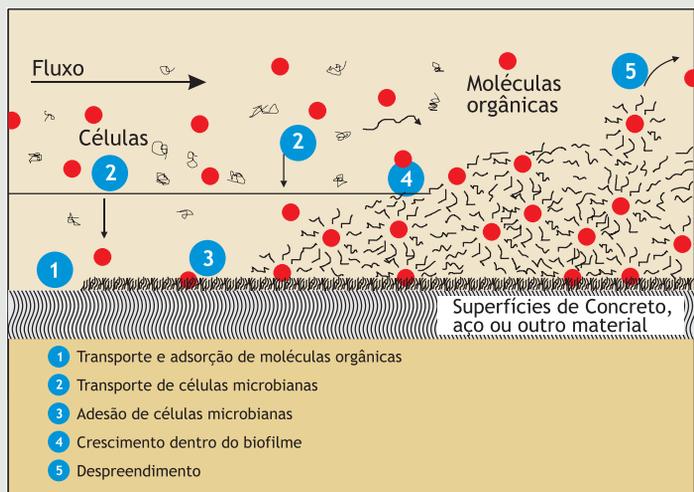


Figura 3 - As diferentes etapas de formação de biofilmes microbianos.

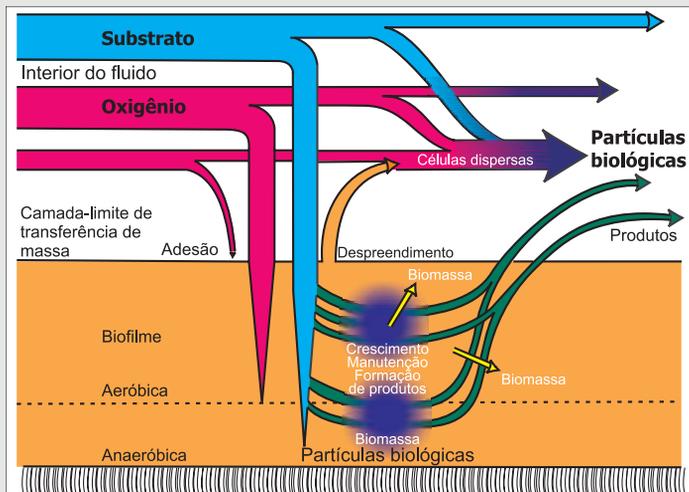


Figura 4 - Esquema dos processos de transferência de massa em um biofilme.

corrosão. Estes fenômenos modificam intensamente o comportamento da interface aço-solução ou concreto-solução. Como pode ser visto na figura acima, da esquerda, primeiro ocorre a formação de um filme orgânico, que acaba modificando a capacidade de molhagem e a conseqüente distribuição dos resíduos na superfície do concreto ou do aço, facilitando a aderência dos microorganismos presentes no fluido da es-

tação de tratamento. Estes microorganismos, iniciam então um processo de crescimento em escala assombrosa. Nada que não possa ser removido com um potente jato d'água. No entanto, se nada for feito, estabelece-se naturalmente um processo dinâmico de renovação do biofilme, totalmente dependente de sua espessura, da velocidade do fluido e do crescimento dos microorganismos. Uma das grandes conseqüên-

cias deste grude é a contaminação contínua do líquido por partículas biológicas e inorgânicas, como apresentado na figura acima, à direita. O processo de corrosão, que acontece na carona da biocorrosão/biodegradação promove a dissolução do aço, introduzindo grande quantidade de subprodutos no meio, tipo sais inorgânicos insolúveis, que acabam por se depositar nas paredes dos tanques e tubulações. Tudo isto



Figuras 5 e 6 - Estações de tratamento de efluentes são o habitat nº 1 dos depósitos biológicos e de processos corrosivos complexos.

COMBATA A CORROSÃO EM SUA OBRA DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

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 localizada (ring anode), comum nos serviços de recuperação estrutural.
- Pastilha Z é facilmente incorporada em armaduras novas ou em estado de corrosão.
- Pastilha Z garante sua estrutura por, pelo menos, 15 anos contra a corrosão.

Metal anódico especial

Matriz cimentícia iônica condutiva

Arame de amarração

PASTILHA Z
Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 27

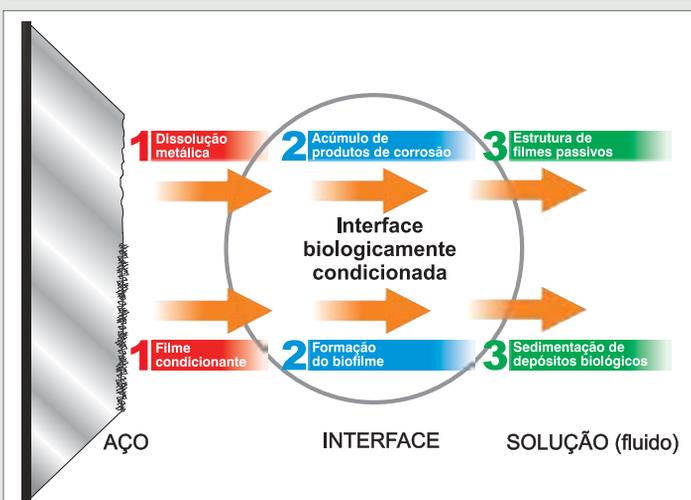


Figura 7 - Esquema da interface bioeletroquímica aço/solução, na presença de depósitos biológicos e inorgânicos.

coordenado por uma orquestra de figuras envolvidas com pH, temperatura, condição do fluido e do fluxo etc. Na carona em termos, porque, na verdade, ambos os processos têm direções opostas. A biodeterioração ocorre do meio do “fluido” para a superfície metálica. Já a conhecida corrosão vai no sentido contrário, ou seja, da superfície metálica para o meio do “fluido”. Como consequência deste cruzamento, forma-se uma nova interface aço-solução, meio sei lá o que, chamada interface bioeletroquímica, já que é

alimentada de maneira eletroquímica e biológica. O biofilme, característico da biocorrosão e da biodeterioração, é uma matriz gelatinosa com alto conteúdo de água, cerca de 95%, onde proliferam células microbianas com dejetos diversos em suspensão. Este ambiente do biofilme nada tem a ver com o eletrólito típico da corrosão inorgânica ou eletroquímica. No entanto, a interação entre os depósitos biológicos e inorgânicos acabam por mudar, de cinco belas maneiras, o comportamento passivo do aço:

- 1 – Dificultando o transporte das espécies químicas tanto em direção ao aço quanto proveniente dele.
- 2 – Acelerando a remoção da pintura protetora.
- 3 – Gerando condições de aeração diferencial, já que o biofilme é tudo menos uniforme.
- 4 – Altera as condições redox naquela interface, principalmente devido à respiração microbiana.

GLOSSÁRIO

Corrosão – dissolução do aço em contato com meio agressivo. É um processo eletroquímico onde elétrons são liberados (oxidação) e a superfície do aço se desintegra na forma de íons positivos (Fe^{++}) que passam para o eletrólito.

Microorganismos – são unicelulares vegetais ou animais invisíveis a olho nu, com dimensões que variam de 1 a 200 μm .

Oxidação – tem a ver com o aço, que cede elétrons, em sua região anódica.

Pilha de aeração diferencial – pilha galvânica de corrosão em que a força eletromotriz tem origem nas diferenças de concentração de oxigênio no eletrólito.

Biofilme – matriz gelatinosa de material extracelular de natureza polissacarídeo, com alto teor d'água (~95% em massa), células microbianas e detritos.

Polissacarídeos – grupo de hidróxidos de carbono que contém mais de 3 moléculas de açúcar. Carboidratos.

Depósitos biológicos – no inglês é denominado “fouling”. Significa sujeira com participação biológica ou abiótica por acúmulo de material em superfícies.

Abiótico – sem participação de microorganismos.

Biocida – substância tóxica capaz de deter ou retardar o crescimento microbiano.

Passivação – redução da velocidade da corrosão, devida à formação de filme protetor sobre o aço.

Esta é a tecnologia de melhoramento para cicatrizes, usada por grandes cirurgões plásticos.



EPOXI 36

Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 28



Entendeu?



Restituir monolitidade de fissuras, trincas e fraturas em pisos e pavimentos, com discrição, discernimento e total compatibilidade virou atividade de cirurgião plástico? Claro que não! Apenas apresentamos a tecnologia do **CRACK SOLUTION EPOXY 36** que monolitiza trincas e fissuras com o mesmo nível de tensões existente no concreto base, de maneira rápida, discreta e 100% eficiente. E você não precisa ser cirurgião plástico para utilizá-la.

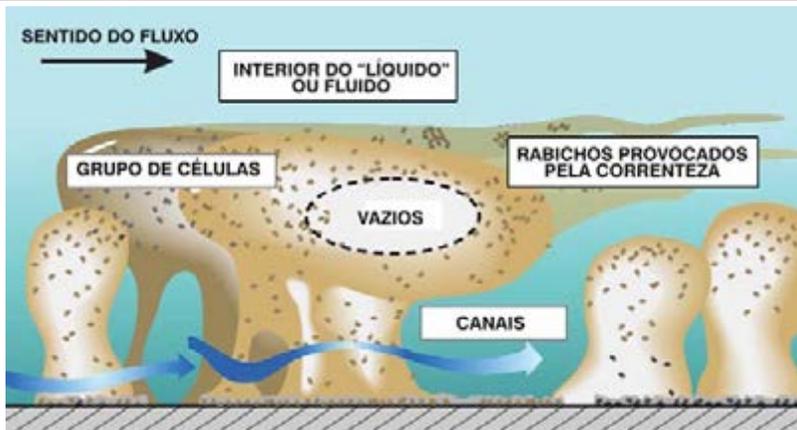


Figura 8 - Modelo do biofilme, onde o transporte é, principalmente, convectivo e acontece por canais entre aglomerados microbianos.

GLOSSÁRIO

Respiração celular – ocorre devido à oxidação das substâncias orgânicas, onde o oxigênio é receptor de elétrons.

Convecção – forma de transmissão de calor que ocorre em fluidos, onde o transporte da energia térmica é acompanhada pelo transporte de massa. Este último pode ser provocado pela diferença de densidades que o calor estabelece no fluido.

Redox – fenômeno inseparável formador do sistema onde elétrons são sequestrados de um átomo (oxidação) e entregues a outro átomo (redução). Como o elétron tem carga negativa, quem perde fica positivo, quem ganha fica negativo. A força que executa estas reações é patrocinada pelo potencial eletroquímico.

5 – É predador, por excelência, de filmes de óxidos que passavam a superfície do aço.

Só para materializarmos o modelito do mal encarado biofilme, suas famílias de microorganismos formam aglomerados separados por canais ou túneis onde o transporte líquido ocorre por convecção.

Este modelo conceitual de biofilme permite explicar a limitação do acesso de alguns biocidas oxidantes, como por exemplo o cloro (arrepios!) e sua menor eficiência sobre microorganismos aderidos ao aço.

fax consulta nº 29



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Corrosão.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Patrícia Karina Tinoco** é engenheira civil especialista em química e física da construção.
- Hueck, H. J. "Biodeterioration of Materials", p. 6, Elsevier, London, (1968).
- Eggins, H. O. W., "Biodeterioration, Past,

- Present and Future", em: Biodeterioration 5, T. A Oxley, S. Barry (eds.), p. 1, John Wiley & Sons, Chichester, UK, (1983).
- Videla, H. A, "Introduction" em: Manual of Biocorrosion, p.7. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, FL, (1996).
- Characklis, W. C., "Microbial Fouling", em: Biofilms, W. G. Characklis, K. C. Marshall (eds.), p. 523, John Wiley & Sons, New York, (1990).
- Characklis, W. G., Marshall, K. c., "Biofilms: A Basis for an Interdisciplinary Approach", em: Biofilms, W. G. Characklis, K. C. Marshall (eds.), p. 3, John Wiley & Sons, New York, (1990).
- Characklis, W. G., Biotechnol. Bioeng. 23,1923, (1981).
- Videla, H. A, "Electrochemical Aspects of Biocorrosion", em: Bioextraition and Biodeterioration of Metals, C. C. Gaylarde, H. A Videla (eds.), p. 85, Cambridge University Press, Cambridge, UK, (1995).
- Geesey, G. G, Am. Soe. Microbiol. News 48,9, (1982).
- Lewandowski, Z., Lee, w., Characklis, W. G., Little, B. J., "Microbial Alteration of the Metal Water Interface: Dissolved Oxygen and pH Microelectrode Measurements", Corrosion/88, paper No. 93, NACE International, Houston, IX, (1988).
- Costerton, J. w., "Structure of Biofilms", em: Biofouling and Bioerosion in Industrial Water Systems, G. G. Geesey, Z. Lewandowski, H. C. Flemming (eds.), p. 1, Lewis Publishers, Boca Raton, FL, (1994).
- Lewandowski, Z., Stoodley, P., Roe, F., "Internal mass transport in heterogeneous biofilms. Recent advances", Corrosion/95, paper No. 222, NACE International, Houston, IX, (1995).
- De Beer, D., Srinivasan, R., Stewart, P.S., Appl. Environ. Microbiol. 60 (12), 4339, (1994).

GECOR 8



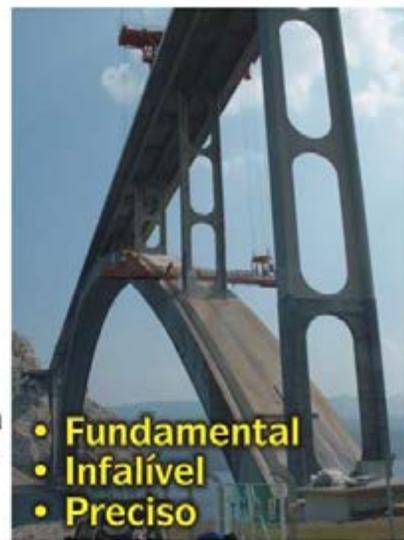
GECOR 8

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 30



GRANDES OBRAS EXIGEM O MELHOR EQUIPAMENTO

Medição dos potenciais e, da resistividade e da velocidade da corrosão do concreto armado-protendido.



- **Fundamental**
- **Infalível**
- **Preciso**