

FUNDAÇÕES PROBLEMÁTICAS

ENGENHEIROS E TÉCNICOS CONVIVEM COM TODA SORTE DE FUNDAÇÕES PROBLEMÁTICAS QUE NECESSITAM DE MONITORAMENTO ESPECÍFICO. TANTO DA ESTRUTURA QUANTO DO SOLO SUPORTE. CONHEÇA A TECNOLOGIA DO MONITORAMENTO ÓTICO DA ESTRUTURA E UMA SÉRIE DE MODERNOS EQUIPAMENTOS.

Figura 1 - Fundações de pontes, com alguma frequência, apresentam problemas. Seja pelo fator durabilidade do concreto armado-protendido, seja pela modificação das características de tensão-deformação do solo de fundação.

SOLOS



Jorge Luiz
F. Almeida

Patologias em fundações de edificações e obras de arte comumente embarcam no descabro do mecanismo de registro e acompanhamento das ocorrências sinistras de nossa engenharia civil e entidades associadas. Não existe no Brasil qualquer órgão interessado em levantar patologias de fundações e até de todas as naturezas, de modo a tomar conhecimento das deficiências do setor e intervir, aprimorando as técnicas pertinentes, implantando programas de qualidade e acompa-

nhamento. No entanto, cobram-se tributos altíssimos do profissional e de suas empresas. Somente casos catastróficos chegam ao conhecimento da opinião pública, desmerecendo avaliações mais apuradas da real extensão deste grande problema.

Do outro lado do planeta com juízo, exatamente na França, seus órgãos técnicos governamentais mostram que em 2 mil casos de patologias estudadas no país, cerca de 80% são decorrentes do desconhecimento das características do solo de fundação.

Uma publicação mais recente, SOLOTEC, apresenta um importante levantamento das patologias, de todas as naturezas, que ocorreram recentemente na França, precisando o crescimento do número de problemas na década de 90 (figura 2), surpreendentemente associado a um suposto “crescimento do aprimoramento da técnica de recuperar”. Nos Estados Unidos, o departamento de transportes da Califórnia apresentou um levantamento dos resultados dos ensaios realizados entre 1996 e 2000 em estacas fei-

tas com lama, mostrando a abrangência expressiva dos problemas encontrados e a rejeição de fundações. Na Alemanha, há também um levantamento referente a 25 anos de ensaios de integridade (low strain tests) em estacas, acenando que 15% das estacas ensaiadas apresentaram algum problema e 5% tiveram que ser substituídas.

Patologias em fundações são, portanto, frequentes e causam frisson em qualquer um, além de envolverem risco e o comprometimento de recursos, tanto no setor público quanto privado.

A edificação está afundando...

A movimentação vertical de uma estrutura em direção ao seu solo de fundação (recal-

GLOSSÁRIO

Superestrutura – componentes da edificação acima de sua fundação.

Recalque – é o movimento de deformação ou afundamento de um ou mais extratos de solos subjacentes, resultante da aplicação de carga excessiva ou de seu próprio peso. Quando as cargas verticais, que se depositam nos elementos de fundação, excedem a capacidade de carga do solo suporte, a edificação sofre movimentos para baixo (recalque). Junto ao processo de recalque estão envolvidas também a distorção e a consolidação elástica – imediata de areias e argilas pertinentes às camadas de solo subjacentes, à instabilidade de taludes e, de forma complexa, ao complicado processo de adensamento pertinentes aos solos moles (argilas) e fofos (areias), decorrentes da expulsão gradual da água de seus poros. O fenômeno do recalque pode ocorrer em todo tipo de solo.

Transdutor – qualquer dispositivo capaz de transformar um tipo de sinal em outro, com o objetivo de transformar uma forma de energia em outra, possibilitando o controle de um processo, a realização de uma medição etc.

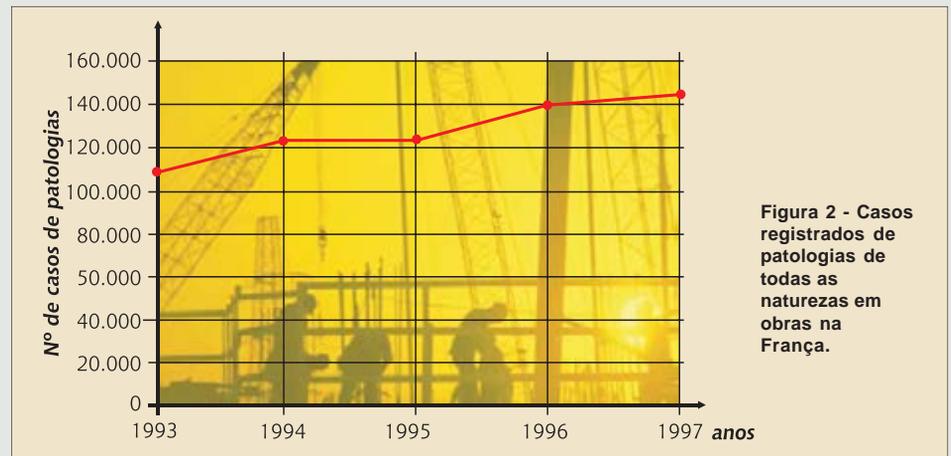


Figura 2 - Casos registrados de patologias de todas as naturezas em obras na França.

que) pode e deve ser perfeitamente analisada, particularmente quando o projeto apresenta aspectos especiais, exigindo a necessidade de acompanhar seu desempenho, por exemplo, motivado pela proximidade de escavação de grande porte, colocação de aterro, rebaixamento do lençol freático etc.

O procedimento para a medição do recalque de uma edificação é simples, mas exige equipamento de nivelamento ótico de precisão (no máximo 0,1mm), além de complementos obrigatórios como os pinos metálicos que deverão ser fixados na região inferior das peças estruturais e a fixação de um referencial estável ou marco de referência profundo, também chamado de bench mark (BM). A instalação do BM deverá ser feita de forma criteriosa. Em casos excepcionais, poder-se-á utilizar estruturas reconhecidas previamente próximas como referencial. O BM deverá ser instalado fora da influência



Figura 3 - Equipamento topográfico de precisão, no caso, nível com placa micrométrica.

da fundação da edificação. Numa primeira aproximação, deverá estar afastada pelo menos um raio de cerca de 5 vezes a maior largura da sapata ou bloco. Em algumas obras, poderá ser necessária a instalação de mais de um BM, devido à dificuldade de se visualizar os pinos instalados no interior da edificação. Os pinos, que possibilitarão o moni-

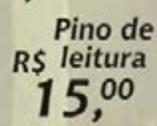
CONTROLE DE RECALQUE?



Nível ótico e Tripé
R\$ **1.799,00**



Pino de fixação
R\$ **30,00**



Pino de leitura
R\$ **15,00**

Fornecemos todo o equipamento.
Nível ótico, tripé, pinos de fixação e o esquema de instalação do referencial (Bench-Mark).

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



Portfolio Manager

Symbol	Year	Default	Buy	Sell	Order	Order	Order	Order	Order
HOY	A	24.50	100	100	100	100	100	100	100
MAP	A	12.14	100	100	100	100	100	100	100
COO	A	20.97	100	100	100	100	100	100	100
P	A	40.1	100	100	100	100	100	100	100
Z	A	7.90	100	100	100	100	100	100	100
ZW	A	47.00	100	100	100	100	100	100	100
408	A	14.37	100	100	100	100	100	100	100
QF	A	22.8	100	100	100	100	100	100	100
A	A	20.25	100	100	100	100	100	100	100
QF	A	30.07	100	100	100	100	100	100	100
QF	A	24.17	100	100	100	100	100	100	100
QF	A	7.90	100	100	100	100	100	100	100
QF	A	15.26	100	100	100	100	100	100	100
QF	A	18.08	100	100	100	100	100	100	100

Market Depth Level 2

Time	Symbol	Price	Size	Order	Time	Symbol	Price	Size	Order
14:28:28	QF	11.80	25	Bid	14:28:28	QF	11.80	25	Ask
14:28:28	QF	11.80	25	Bid	14:28:28	QF	11.80	25	Ask
14:28:28	QF	11.80	25	Bid	14:28:28	QF	11.80	25	Ask
14:28:28	QF	11.80	25	Bid	14:28:28	QF	11.80	25	Ask
14:28:28	QF	11.80	25	Bid	14:28:28	QF	11.80	25	Ask

Market Movers

Symbol	Price	Change	%	Volume	High	Low	Open	Close
Coastwide Financ...	4.00	0.10	2.5%	1,500,000	4.10	3.90	4.00	4.10
Pied Piper Corp	25.50	0.50	2.0%	500,000	26.00	25.00	25.50	26.00
Scott Sector 2049	10.00	0.20	2.0%	1,000,000	10.20	9.80	10.00	10.20
General Electric	30.00	0.50	1.7%	2,000,000	30.50	29.50	30.00	30.50
General Motors	24.00	0.40	1.7%	1,500,000	24.40	23.60	24.00	24.40
Alcoa Inc	40.00	0.80	2.0%	800,000	40.80	39.20	40.00	40.80
Alcoa Inc	20.00	0.40	2.0%	1,000,000	20.40	19.60	20.00	20.40
Alcoa Inc	20.00	0.40	2.0%	1,000,000	20.40	19.60	20.00	20.40
Alcoa Inc	20.00	0.40	2.0%	1,000,000	20.40	19.60	20.00	20.40
Alcoa Inc	20.00	0.40	2.0%	1,000,000	20.40	19.60	20.00	20.40





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 02

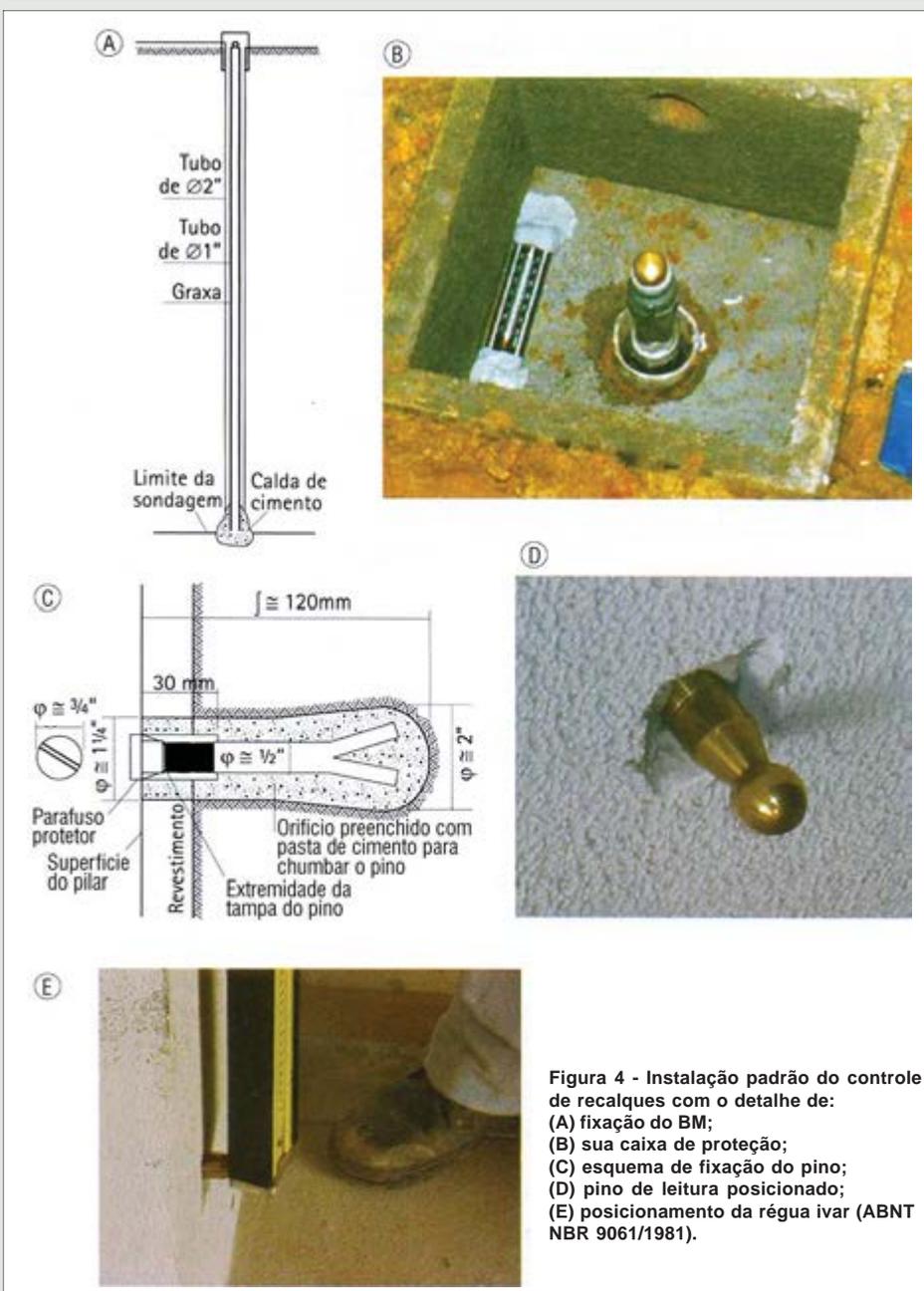


Figura 4 - Instalação padrão do controle de recalques com o detalhe de: (A) fixação do BM; (B) sua caixa de proteção; (C) esquema de fixação do pino; (D) pino de leitura posicionado; (E) posicionamento da régua ivar (ABNT NBR 9061/1981).

toramento dos pilares da edificação, deverão ser chumbados no concreto, de modo a fornecer os dados necessários, sempre a cerca de 30 ou 40cm do piso e perpendicularmente à superfície. A periodicidade da medição deverá ser concordante com os efeitos já manifestados pela estrutura. Poderá ser diária (para casos de risco extremo), semanais (no caso de escavações e execução de tirantes para controle de seus efeitos), mensais ou bimestrais como condição de rotina, semestrais ou anuais, quando os efeitos a serem verificados forem de longo prazo.

Mais importante que o valor absoluto do recalque encontrado é a velocidade com que ocorre. Sua unidade é o micrômetro/dia ou μ /dia, que representa um milésimo de milímetro por dia. Os valores informados pela estrutura podem significar uma série de comportamentos. O mais relevante é o do solo sob a carga das fundações da edificação. Para efeito de referência bem genérica, são indicadas as seguintes velocidades limites:

Situação	Velocidade em μ /dia
Edificações com mais de 5 anos	< 10
Edificações com 1 a 5 anos de vida	Entre 10 e 20
Edificações com fundações diretas em sua fase construtiva	Até 200
Edificações com estacas em sua fase construtiva	Até 80

Figura 5 - Tolerâncias no controle de recalque

GLOSSÁRIO

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

Deflexão – mudança de forma de um elemento estrutural, devido a tensões de flexão.



Instituto de Patologias da Construção

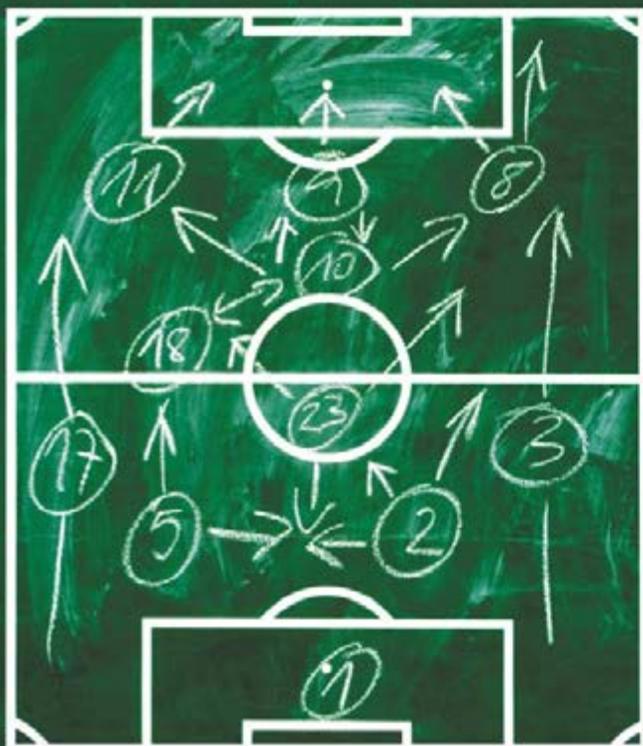
Tecnologia e Qualidade em Investigações. Este é o nosso Diferencial.

tel.: (21) 3154-3255
atendimento@ipacon.com.br
www.ipacon.com.br

SOLOS

- PDA - Prova de Carga Dinâmica (NR-13208).
- PIT - Ensaio de Integridade.
- Prova de Carga Estática (sapatas e estacas).
- Controle de Recalques.
- Acompanhamento Técnico da Execução.
- Ensaios CPT-CPTU/PIEZOCONE (medida de pressão neutra).
- Ensaios DMT - "Dilatômetro de Marchetti".

- Ensaios "Vane Test".
- Sondagem SPT e SPPT.
- Ensaios DPL - Penetrômetro Dinâmico Leve.
- Ensaios de Perda D'água.
- Avaliação e Seleção de Áreas.
- Laudos Geológicos - Geotécnicos.
- Instalação de Poços de Monitoramento.
- Instalação de Inclínômetros e Piezômetros.



**Jogo fácil
com rápida
penetração?
só com**

Microcrete

Antes da utilização do microcimento Microcrete todos os serviços com injeção de calda de cimento portland davam dores de cabeça, devido à pouca penetração, restrita apenas a vazios ou fissuras superiores a 500mm (0,5µm). Ligue para nós e saiba porque mais e mais empresas usam Microcrete em serviços de injeção para tratamento de solos, confinamento subterrâneo de lixo nuclear ou outro material contaminante, consolidação de rochas e fundações, recuperação de barragens, túneis etc. Entre também neste jogo de rapidez e penetração, com 100% de eficiência para microfissuras inferiores a 3µm.

MICROCRETE

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

**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.**

SILANO-CORR

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

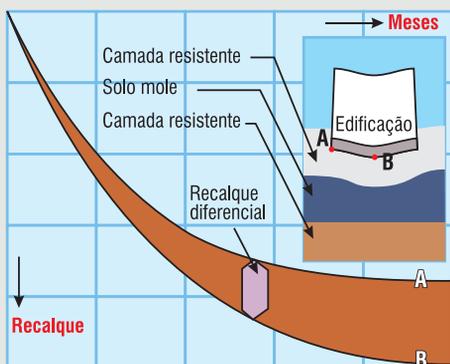


Figura 6 - Quando a estrutura recalca como um todo não costuma criar problemas. Os recalques diferenciais é que se manifestam de forma desastrosa na estrutura. No gráfico tempo-recalque acima os pilares A e B apresentam valores diferenciados.

Não há indicadores infofismáveis para serem tomados como parâmetros definitivos. Quer dizer, sua magnitude, isoladamente, pode não significar comportamento de risco. A tendência ou a aceleração, com consistência ou não, é o que deve ser considera-

Condição da edificação	Velocidade em μ /dia
Segura	Até 50
Usual, tolerável	Até 100 (com atenuação)
São necessárias medidas corretivas na edificação. É necessário aumentar a quantidade de leituras.	Entre 100 e 200 (constante)
Situação de urgência. Escoramento necessário e medidas cautelares.	Acima de 200
Risco de acidente	Acima de 400

do. Os valores obtidos devem ser motivo de análise pelos envolvidos na obra. Os valores acima apresentados são parâmetros para um primeiro posicionamento.

Na próxima página apresentamos planilha típica de controle de recalque e sua situação num gráfico tempo-recalque, de modo a se poder visualizar seu desenvolvimento. Todo o trabalho de monitoramento das deformações pode não contribuir para a determinação da(s) causa(s) que provocaram a anomalia na edificação. Assim, objetivar-se-á investigação paralela em toda a

GLOSSÁRIO

Bench Mark – ponto de referência para os serviços de monitoramento óptico, especialmente instalado próximo à edificação e que não deverá ter qualquer movimento ou modificação durante as atividades de monitoramento. Sua construção é feita de forma padronizada. Qualquer ponto da edificação em estudo, tubulações, árvores etc não servem como ponto de referência.

Deformação – qualquer mudança na forma da edificação após sua construção. A deformação de um ponto monitorado é a medida vertical acima (+) e abaixo (-) do ponto de referência. É chamada também de elevação. O termo recalque é bastante limitado.

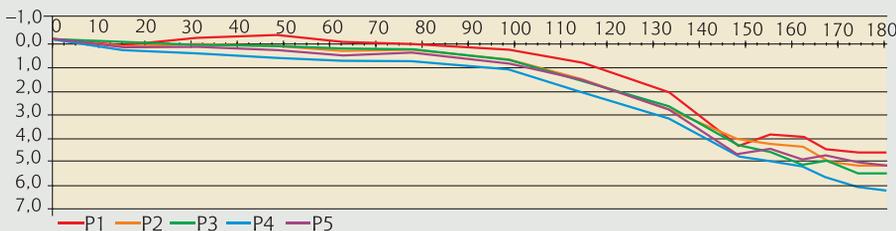
INFILTRAÇÕES EM BARRAGENS DE ENROCAMENTO E DE TERRA?

NÓS TEMOS SOLUÇÕES

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

A Quadro de controle de recalques						
Pino	Data 08/07/06	Data 08/01/07	$\Delta T_p =$ dias 7	$\Delta T_T =$ dias 180	Velocidade parcial do recalque ($\mu\text{m}/\text{dia}$) 7 dias	Velocidade total do recalque ($\mu\text{m}/\text{dia}$) 180 dias
	Leitura nº 1	Leitura nº 14	Recalque parcial (mm)	Recalque total (mm)		
	Cota de referência (m)	Cota observada (m)				
P1	7,6239	7,6194	0,3	4,5	43	25
P2	7,6248	7,6196	0,0	5,2	0	29
P3	7,6106	7,6049	0,2	5,7	29	32
P4	7,6008	7,5945	0,1	6,3	14	35
P5	7,5934	7,5882	0,0	5,2	0	29

B Gráfico tempo-recalque da planilha acima



GLOSSÁRIO

Relação de deflexão – deflexão dividida pela distância horizontal sobre a qual a deflexão ocorre. É usada como critério de aceitação quando se monitora o movimento de uma edificação.

edificação, de modo a se buscar mais dados, possibilitando seu cruzamento e a

compreensão da(s) causa(s) que levaram ao problema. Dever-se-á buscar o histórico da construção e das anomalias, analisando o projeto, caso exista, trincas e fissuras ao longo das paredes em todos os andares. Evidentemente, as sondagens terão importância fundamental em toda esta história.

fax consulta nº 06

RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Jorge L. F. de Almeida é professor e engenheiro de fundações.
- Milititsky, J.; Consoli, N.C.; Schnaid, F. Patologia das Fundações.
- Moulton, L.K. Tolerable movement criteria for highway bridges. Report FHWA TS-85-228. Washington, D.C., Federal Highway Administration.
- Quaresma, A.R. et al. Investigações Geotécnicas, Fundações: Teoria e Prática. São Paulo: ABMS/ABEF, Pini.
- Ranzini, S.M.T.; Negro Jr.; A. Obras de contenção: tipos, métodos construtivos, dificuldades executivas. In: Fundações: teoria e prática. São Paulo: ABMS/ABEF.
- Mañá, F. Patología de las cimentaciones. Blume.
- Ortiz, J.M.R. Curso de Rehabilitacion la Cimentacion. Madrid: Colégio Oficial de Arquitectos de Madrid.
- Niyama, S.; Aoki, N.; Chameki, P. Verificação de desempenho. In: Fundações: Teoria e Prática. São Paulo: ABMS/ABEF.
- Zevaert, L. Foundation Engineering for Difficult Subsoil Conditions. New York: Van Nostrand Reinhold Publishing.
- Wolle, C.; Hachich, W. Requisitos de qualidade das fundações. In: Fundações: teoria e prática. São Paulo: ABMS/ABEF.

MEDIÇÃO DE TRINCAS E JUNTAS?

✓ Medidor de juntas

Em cordas vibrantes ou fibra ótica.
É chumbado dentro da junta.



✓ Medidor de juntas

Em cordas vibrantes ou fibra ótica.
É fixado externamente.



✓ Medidor de trincas

Em cordas vibrantes ou fibra ótica.
É fixado externamente.



Com nossas leitoras para cordas vibrantes e fibra ótica, você mede na hora com a mais absoluta precisão.

Tenha tudo sobre controle com a melhor qualidade, o melhor preço e a melhor assistência técnica.

MEDIÇÃO DE JUNTAS E TRINCAS

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

USANDO O SOM PARA VER

ECO-IMPACTO DE VARREDURA (EIV) EM CABOS PROTENDIDOS. SUA IMPORTÂNCIA, HOJE, É FUNDAMENTAL PARA A AVALIAÇÃO DE PONTES NOVAS E ATÉ QUARENTONAS.



ANÁLISE

Patrícia
Karina Tinoco

Figura 1 - Viadutos e pontes são estruturas estratégicas que, caso não tenham acompanhamento periódico, tornam-se perigosas e com recuperação extremamente cara.

Em todo o Brasil encontramos pontes protendidas novas e até com quarenta anos de vida, que nunca ouviram falar de trabalhos de manutenção/recuperação ou, simplesmente, nunca foram submetidas a um rápido check-up para avaliação da condição de seus cabos ou do aço protendido. Estruturas são como a gente, de ano em ano ou, no máximo, a cada dois, três anos é necessária uma checagem. Pessoas e mais pessoas morrem, todos os dias, sem saberem que estão doentes. Da mesma forma estruturas caem, matam e são

espelhos do que há de patético sob nossas máscaras cotidianas, que tanto pesam e que tão mais fácil seria se nos despojássemos delas para encarar nossa verdadeira condição de irresponsáveis, se é que esta palavra possa afetar os principais responsáveis. Todos sabemos que, durante a construção de estruturas protendidas, sempre haverá forte possibilidade do não preenchimento completo dos cabos com a calda de cimento. Isto se traduz em vazios ou trechos com falta de cobertura para o aço das cordoalhas, espremidas ali dentro das bainhas e

submetidas, desta forma, a dois ambientes diferentes, para não dizer patogênicos. Quer dizer, trechos do aço tocados com calda de cimento terão pH com crachá 12. Trechos de aço sem nada terão pH com crachá de sabe lá Deus quanto. Esta situação é um dos pontos preferidos da comuníssima cor-

GLOSSÁRIO

Patogênico – que gera doença na estrutura, como corrosão motivada por pH diferencial, produtos químicos em contato com o concreto etc.

pH – medida da acidez ou alcalinidade de uma solução (condutiva).

RADAR SABE TUDO

Concreto e Solo

RADAR é a última palavra em diagnóstico para estruturas de concreto e solos. Veja só:

- **ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO-PROTENDIDO**

- ✓ Localiza armaduras e cordoalhas.
- ✓ Vazios e sinistros.
- ✓ Identifica espessuras.
- ✓ Dados instantâneos em 3D.
- ✓ Análise e aquisição avançada de dados com lançamento direto em AutoCad e Microstation.

- **SOLO**

- ✓ Anormalidades em subleitos e lastros de rodovias e ferrovias.
- ✓ Identifica tubulações enterradas tanto de concreto, quanto metálicas ou plásticas.
- ✓ Dados instantâneos em 3D.
- ✓ Display colorido para rápida identificação.
- ✓ Salva todos os dados em flash card.
- ✓ Feito para agüentar as piores condições de obras.
- ✓ Investigações geotécnicas e ambientais.



RADAR

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 10

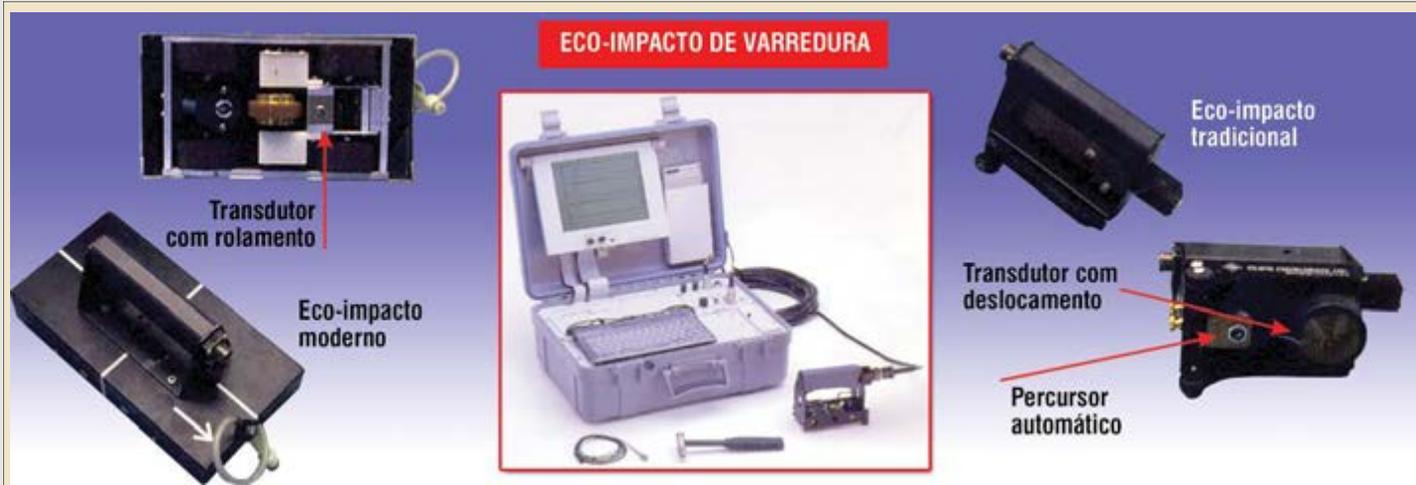


Figura 1 - Unidade do EIV com o transdutor mais moderno que, literalmente, varre tudo e o transdutor tradicional, que trabalha ponto a ponto. A praticidade do EIV é gritante.

rosão por concentração ou pH diferencial, presente nas melhores famílias de estruturas despojadas de carinho ou de acompanhamento. É o risco da corrosão, que todos nós nos deliciamos por ter em nosso sangue, como o futebol. Esquece-se que o aço, nos trechos não preenchidos, submete-se a banhos de condensação, devido a mudanças de umidade/temperatura que ambiente e estrutura sujeitam-se de forma diferenciada. Água e aço não verdadeiramente combinam, mas vivem em concubinato desastroso e corrosivo. O colapso parcial da Ponte dos Remédios, em São Paulo, foi o caso (registrado) mais recente entre nós. Lá fora temos os casos da Ponte Brickton Meadows Footbridge e da Ponte Ynys-y-Gwas, ambas respectivamente no Reino Unido e EUA. A ponte Niles Channel e a Ponte Midway, ambas nos EUA, exatamente na Flórida, também são exemplos. O fato é que, anualmente, em todo o mundo, pontes protendidas prostam-se de maneira parcial ou integral

aos efeitos da corrosão sob tensão. Felizmente, o vírus da desconfiança está contaminando entidades governamentais em todo o mundo, que desdobram-se para desarmar a bomba relógio de suas estruturas protendidas. Nesta empreitada, a principal ferramenta utilizada é o ECO-IMPACTO de VARREDURA ou EIV (figura 1).

Utilizando o EIV

Foi feita a utilização do EIV em uma ponte protendida. O normativo, para este teste, obedece a ASTM C1338. O EIV identifica mudanças de frequência ressonantes (que fazem eco) devido à falta de espessamento aparente resultante de vazios na bainha, em contraste com a situação totalmente preenchida com calda. Só para se ter uma idéia, apresentamos nas figuras 2, 3, 4 e 5 simulação do EIV feito em uma viga caixão pré-moldada com 30m, ainda no depósito do canteiro de obras. Para efeito de teste, simulou-se apenas os 6 primeiros metros da

GLOSSÁRIO

Eco-impacto – termo genérico empregado para designar equipamento para testes no concreto com base na velocidade de pulsos mecânicos. É composto por martelo para gerar pulsos mecânicos, acelerômetro para receber as ondas, duas fontes de alimentação para o acelerômetro, um osciloscópio para analisar a forma da onda e o tempo de percurso e um lap-top.

Corrosão por concentração diferencial – esta pilha surge sempre que o aço é exposto a concentrações diferentes de seus próprios íons. Ela ocorre porque determinada região do aço torna-se mais ativa quando decresce a concentração de seus íons no eletrólito. Esta pilha é muito freqüente em frestas, quando o meio corrosivo é líquido. Neste caso, o interior da fresta recebe pouca movimentação de eletrólito, tendendo a ficar com grande concentração de íons (área catódica), enquanto que a parte externa da fresta fica com menos concentração (área anódica), com conseqüente corrosão das bordas da fresta.

Condensação – passagem do estado gasoso para o estado líquido. Tornar água, seja na forma líquida ou gasosa.

Frequência – grandeza física associada a movimentos de característica ondulatória que indica o número de revoluções (ciclos, voltas, oscilações etc) por unidade de tempo. Alternativamente, podemos medir o tempo decorrido para uma oscilação. Este tempo em particular recebe o nome de período (T). Desse modo, a frequência é o inverso do período $F = 1/T$.

O assassino da Reatividade Alkali-Agregado (RAA)

RENEW
TRATAMENTO DA REATIVIDADE ALCALI-SILICA

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

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 12



Figura 2 - A viga caixão analisada e o modelo da meia lua de isopor inserido.

viga caixão com 4 bainhas de 100mm de diâmetro em cada lateral. Inseriram pequenos pedaços de isopor, com seção em meia lua, e com diversos tamanhos na região superior de cada bainha, de modo a simular a presença de vazios e, naturalmente, a visualização clara dos resultados do EIV. A seguir, injetaram as bainhas com calda de cimento.

Na figura 3, exames onde se percebe mudanças de frequência ressoantes de trechos de bainhas com e sem presença de vazios. O

GLOSSÁRIO

Corrosão sob tensão (CST) – defeito evidenciado pela formação de fissuras/trincas provocadas pela ação combinada de corrosão e tensão de tração, tanto externamente aplicada quanto de natureza residual. As trincas tanto podem ser intergranular quanto transgranular.

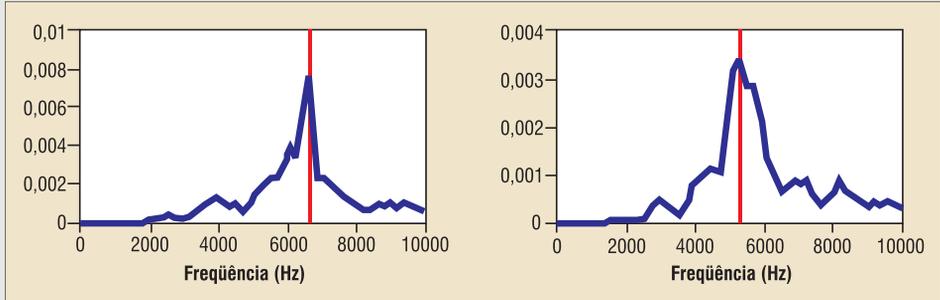


Figura 3 - Comparação de diversos aspectos de frequência após varredura com o EIV. Repare que à esquerda a frequência de 6.445Hz correspondente a trechos da bainha totalmente preenchidos. À direita, claramente, a frequência de eco estrábica com apenas 5.274Hz correspondente a presença de vazios no interior da bainha.

exame em planta e em 3D facilita a interpretação e a visualização dos vazios presentes nas bainhas (figuras 4 e 5). Repare que a visualização em 3D com a escala em cores

evidencia a mudança de espessuras do eco a partir da situação da bainha totalmente preenchida e com a presença de vazios. A escala de cores em 3D é a melhor ferramenta para

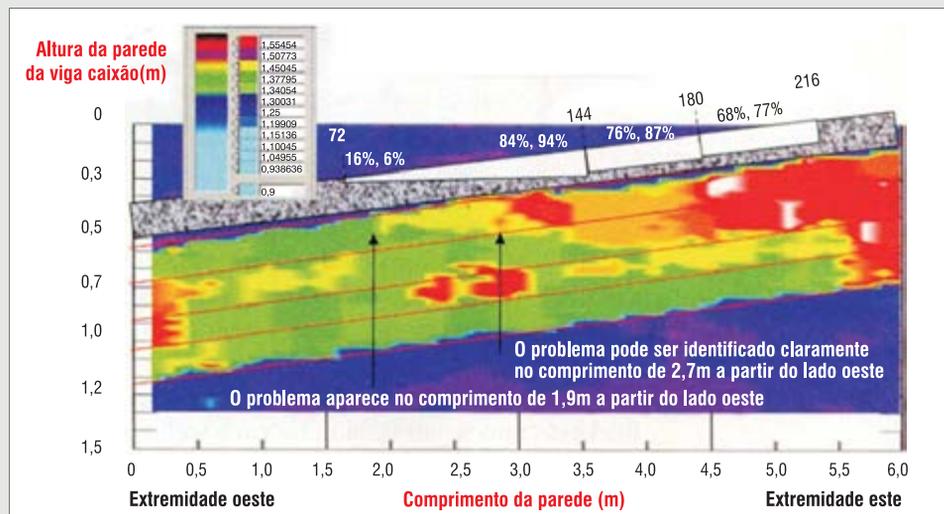


Figura 4 - Vista em planta. Comparação dos resultados da EIV feita na laje superior da viga caixão e o problema.

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

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

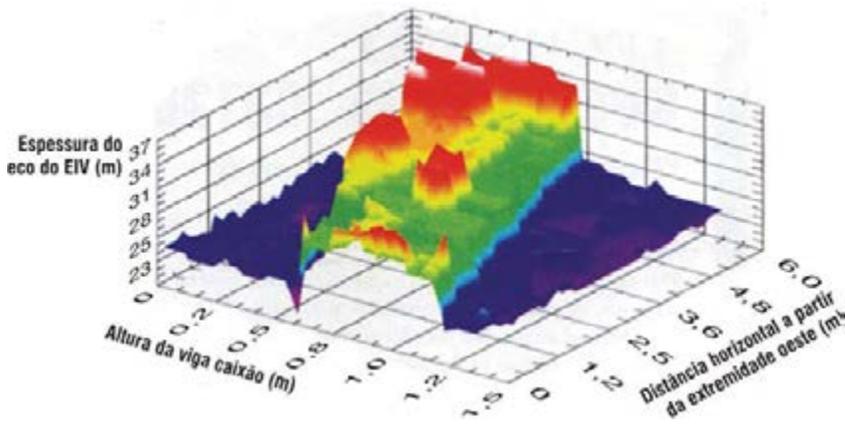


Figura 5 - Visão em 3D dos resultados do EIV da figura 4. As áreas vermelha-branca evidenciam condições de vazios claramente associadas a grandes espessuras de ecos.

se precisar, com bastante sensibilidade, o tamanho dos vazios internos presentes em bainhas de protensão.

A situação real

Partindo para a situação real, a análise desta ponte foi feita integralmente dentro das vigas-caixão e, devido a sua extensão, varreram-se as bainhas existentes em suas duas paredes laterais, sempre verticalmente, de baixo para cima, a cada 2m, compondo-se tomogramas. Os resultados foram apresentados na forma de tomogramas para cada vão, naturalmente especificando-se cada

Continua na pág. 21

A VERDADEIRA RESISTÊNCIA DO CONCRETO?

- 100% eficiente.
- Normatizada pela ASTM C-803 e outras.
- Acesso para PC.
- Valores rápidos.
- Econômica.

PISTOLA WINDSOR
Com memória e inteligência.



PISTOLA WINDSOR

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

Concrete Solutions...

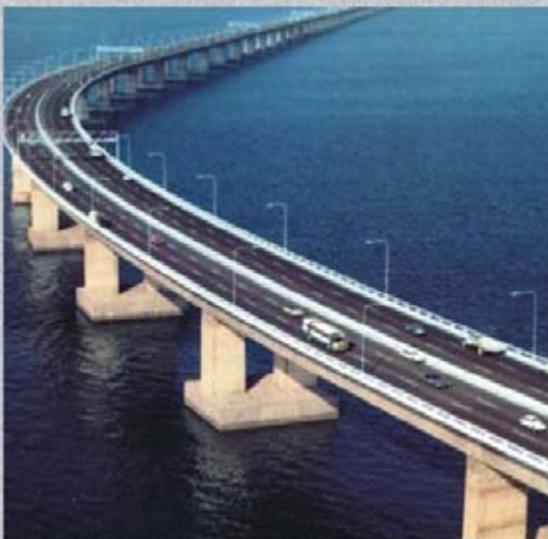
...to Repair & Protect Structures.

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


ENEGRAUT
25 ANOS

*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



FITA
DE
FIBRA DE CARBONO



State of Art
in
Structural Strengthening

Reforço com inserção por Sulco na Superfície (RSS)
Fique por dentro!

FITA DE FIBRA DE CARBONO

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

uma de suas duas paredes laterais. Na figura abaixo, são vistas descontinuidades ou vazios localizados exatamente a 20m do pilar 2 e 0,60m da laje inferior. As imagens do EIV, referentes a esta posição, são claras e evidenciam trincas/vazios situados entre 12 e 15cm de profundidade da superfície da parede analisada. Uma outra patologia interessante revelada com o EIV, também vazios dentro da bainha, e evidenciada com a cor negra foi descoberta a 42m do pilar 2 e sintomática para

as alturas de 0,90m e 1,15m. O mapa de cores, figura 6, mostra densidades normais pelas cores de 0,1 a 1,3.

GLOSSÁRIO

Tomogramas – exame que permite visualizar estruturas na forma de cortes.

Eco – repetição de um som causado pelo retorno de uma onda sonora que atingiu um obstáculo.

Espectro – conjunto de ondas de diferentes tamanhos que compõem uma radiação.

Frequência – medida da vibração de uma onda sonora.

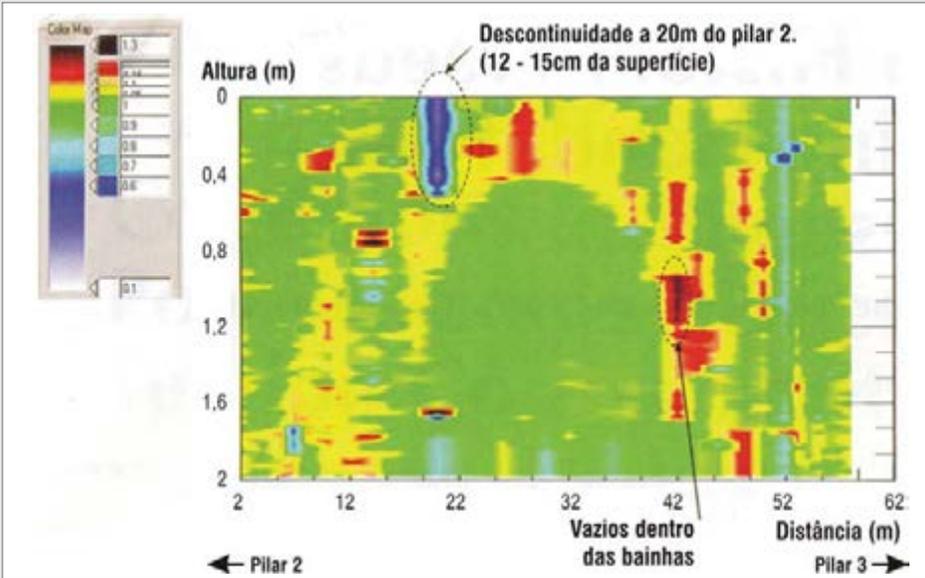


Figura 6 - Tomograma em 3D do vão 2 da ponte (condição geral).

fax consulta nº 16



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.
- Woodward, R.J., and Williams, F.W., "Collapse of the Ynys-y-Gw", Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part 1, V.84.
- Florida Department of Transportation (FDOT) Central Structures Office, "Test and Assessment of NDT Methods for Post-tensioning Systems in Segmental Balanced Cantilever Concrete Bridges".
- West, J.S.; Larosche, C.J.; Koester, B.D.; Breun, J.E.; and Kreger, M.E., "State-of-the-Art Report about Durability of Post-Tensioned Bridge Substructures", Research Report 1405-1, Research Project 0-1405, Texas Department of Transportation.
- Sansalone, M.J., and Streett, W.B., Impact-Echo Nondestructive Evaluation of Concrete and Masonry, Bullbrier Press. Ithaca, NY.
- Sack, D., and Olson, L.D., "Impact-Echo Scanning of Concrete Slab and Pipes", International Conference on Advances on Concrete Technology, Las Vegas, NV..
- ASTM C 1383, "Test Method for MEasuring the P-Wave Speed and the Thickness of Concrete Plates Using the Impact-Echo Method".



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.



ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS

Recuperação de Estruturas

- Reforço Estrutural
- Concreto Projetado
- Fibra de Carbono

Laboratório de Ensaios

Concreto, Aço e Materiais para Construção
Solos e Pavimentos

São Paulo: (11) 3879-9449
Porto Alegre: (51) 3342-7766
www.ept.com.br
E-mail: ept@ept.com.br

FUROS, PARALISAÇÕES E DORES DE CABEÇA

SÃO OS TUBÉRCULOS, PRODUTOS DA CORROSÃO, NAS TUBULAÇÕES DE EFLUENTES INDUSTRIAIS.

Figura 1 - Há toda uma sorte de equipamentos que permitem, em refinarias e indústrias químicas, o monitoramento das tubulações de efluentes. A ausência de monitoramento é catastrófica.



CORROSÃO

Joaquim Rodrigues

Nossas indústrias químicas e refinarias geram enorme quantidade de efluentes com presença de óleo, sólidos em suspensão e ácidos graxos, os quais são removidos por diversas técnicas empregadas de acordo com a concentração destes materiais no efluente e, claro, a desejabilidade da solução final consoante com as exigências do órgão ambiental regulador. O processo de tratamento destes efluentes inclui peneiramento, coagulação,

floculação, flotação, centrifugação, fluidização, eletrólise, sedimentação e precipitação. Adicionalmente, poder-se-á incluir também um tratamento biológico. Com toda esta sistemática de tratamento imposta, inevitavelmente, ocorrerá sedimentação ao longo do percurso, o que cria ambiente favorável ao desenvolvimento da corrosão induzida por microorganismos (CIM) que, nestas condições, com pouco ou nenhum cloro na água, costuma ter como estrela principal a

GLOSSÁRIO

Ácidos graxos – ácido derivado de um óleo natural. Glicerina dos animais, gordura e óleos dos vegetais são usados na fabricação de resinas.

Tubérculos – formação localizada (montículos) de produtos de corrosão sobre a superfície.

Fosfatos – íon poliatômico ou um radical consistindo de um átomo de fósforo e quatro de oxigênio. É muitas vezes o reagente limitante de muitos ambientes: a disponibilizante de fosfato governa a taxa de crescimento de muitos organismos.

Eletroquímico – relativo a eletroquímica. Ciência e técnica das transformações recíprocas das energias química e elétrica.

Bactéria – qualquer um dos grandes grupos de organismos microscópicos freqüentemente agregados em colônias e cercados por paredes celulares ou membranas. Bactérias podem existir como organismos auto sustentados no solo, água ou na matéria orgânica, assim como parasitas em corpos vivos de plantas e animais.

bactéria que oxida o ferro (BOF). Os efeitos causados pelo material sedimentado, com ou sem CIM, a partir de agora, estabelecerá o tempo de vida da tubulação, interferindo nas características eletroquímicas do efluente e do aço da tubulação. A intensa formação de tubérculos, possivelmente incrementada pela CIM, passa a ter um outro hospede sob estes depósitos: a corrosão por pites e por crevice.

Tubulações petroquímicas

A rede de tubulações, dentro da indústria petroquímica, conduz, por gravidade, os efluentes ricos em fosfatos e água com óleo para tanques de desvio, onde será ajustado o pH, incorporando-se ácido sulfúrico (H₂SO₄) e/ou algumas substâncias cáusticas, estabilizando-o entre 6 e 9 para, então, proceder-se a separação da água do óleo. O efluente remanescente, que ainda contém resíduo de óleo, é bombeado finalmente ao clarificador onde será removido o óleo residual. Todo o óleo removido é bombeado para uma outra unidade industrial. Com esta qualidade, o efluente é lançado na rede de efluentes do município. Um levantamento de todas as tubulações de aço carbono (AC), que compõe a rede de tratamento dos efluentes petroquímicos da unidade em questão, nos posiciona que metade é aérea e metade é enterrada. Os primeiros processos de corrosão investigados foram detectados simultaneamente num trecho de 80m da tubulação aérea, com 250mm de diâmetro e um outro trecho enterrado, com 200mm de diâmetro, próximo a descarga na rede municipal. Os sintomas, como não podiam deixar de ser, manifesta-

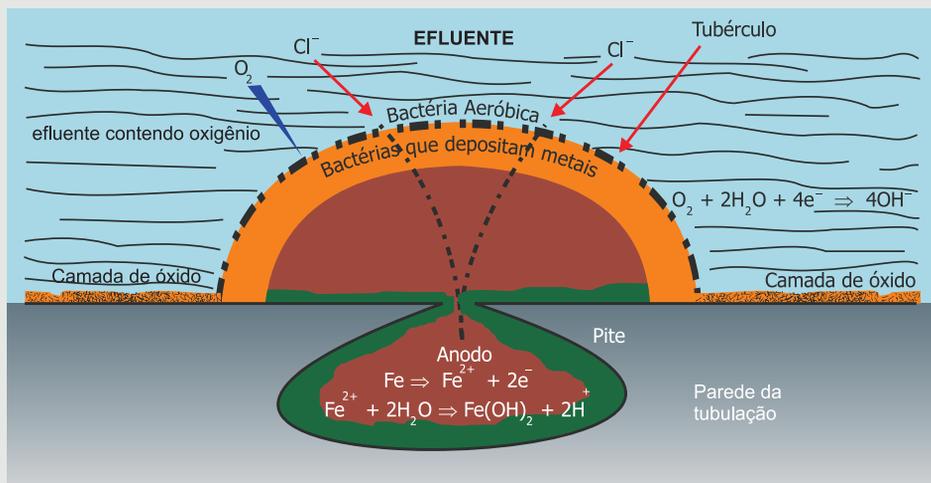


Figura 2 - Situação comum: Possíveis reações, sob os tubérculos, originadas por bactérias formadoras de depósitos de metais.

ram-se através de furos com perda de efluente para o solo. A pressão de trabalho verificada era de 1000KPa (10kg/cm²). O pessoal da manutenção, emergencialmente, bloqueou a rede de tratamento e substituiu os trechos sintomáticos.

Analisando o material

Nos dois trechos sintomáticos cortados, retiraram-se quatro amostras, onde visualizou-se espessuras dos produtos da corrosão em torno de 60mm, a partir da seção interna da

Continua na pág. 28

Figura 3 - As fotos A e B evidenciam a quantidade de tubérculos possivelmente promovida pela CIM e a conseqüente formação de pites de corrosão na superfície interna da tubulação



CORROSÃO EM TUBULAÇÕES E VASOS

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 24

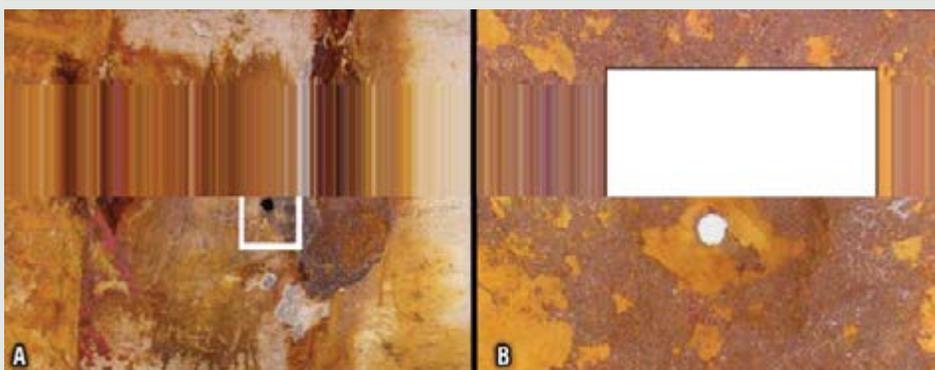


Figura 4 - A) furo, em uma das amostras, que ainda foi reparado na tentativa inútil de não parar a rede de tratamento. B) a mesma região após a remoção e limpeza dos produtos da corrosão.

tubulação, com uma velocidade calculada de deposição de 4,8mm/ano. Na região do furo, pertencente a uma das amostras do trecho aéreo, a seção interna da tubulação encontrava-se completamente bloqueada, muito embora o pessoal de manutenção ainda tenha tentado fechar o furo, emergencialmente, para não deixar a rede parar.

Na figura acima verificou-se, após a remoção dos produtos da corrosão, intensa per-

da de seção da tubulação, caracterizada por pites com profundidades variadas e seção circular máxima de 50mm. A figura 5 mostra a microestrutura do tubo AC, tipicamente ferrita e perlita.

Para a análise química dos produtos da corrosão do aço (tabela 1) utilizou-se o Raio-X com Energia Dispersiva (RXED). A primeira amostra analisada, de forma seqüencial, foi à camada mais superficial da massa de tu-

bérculos que fazia contato com o efluente. A segunda amostra foi coletada no contato com a parede da tubulação, após a remoção da massa de tubérculos com espátula. Foram coletadas duas amostras de efluentes para análise química e física (tabela 2). A primeira foi coletada antes da separação do óleo e a segunda, após.

Discutindo o problema

Tubérculos são efeitos ou produtos da corrosão que amontoam-se sobre a superfície do aço que está sendo devorada, quer dizer, corroída. Evidentemente, este amontoadado na medida em que cresce vai sufocando a tubulação, tornando-a problemática. Muito mais ainda quando a formação de pites internos geram furos na tubulação. A presença de oxigênio e a própria alcalinidade (dureza) da água, devido à alta concentração de bicarbonatos, a presença de enxofre, sais diversos como sulfatos, cloretos, a quantidade de oxigênio dissolvido, QDO e as condições do fluxo, tudo

Tabela 1 - RXED feita nas amostras da massa de tubérculos (produto da corrosão)

Substância	Nomenclatura	Tubérculos no contato com o efluente	Tubérculos no contato com o aço
$Fe_4(OH)_{10}SO_4$	Hidróxido de sulfatos ferrosos	37%	55%
S	Enxofre	25%	16%
$FeCO_3$	Siderita	13%	5%
$Fe(SO)_4(OH) \cdot 7H_2O$	Sitieshanita	12%	9%
$FeO(OH)$	Lepidocrocita	10%	13%
$FeSO_4$	Sulfato ferroso	3%	0%

GLOSSÁRIO

Corrosão induzida por microorganismos – processo de corrosão substancialmente aumentado pela presença de bactérias do tipo produtora de ácido e por aquelas que reduzem sulfatos.

Efluente – despejo líquido, parcialmente tratado, que flui de qualquer parte da estação de tratamento para um lugar final.

Pites – corrosão em uma superfície metálica, confinada a uma área pequena, tomando a forma de cavidade.

Ferrita – ferro quase puro. Resistência à tração 28kg/mm².

Perlita – ferrita e cementita. Compõem-se de 13,5% de carboneto e 86,5 de ferro. Resistência à tração de 80kg/mm².

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 temidos 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-5180B00.



USE
DENSOFLEX
Fita auto-aderente isolante da corrosão

DENSOFLEX

Tele-atendimento

(0XX21) 3154-3250

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta n° 25



Figura 5 - Microestrutura típica do AC: ferrita e perlita. Note como se processaram os danos, a partir da seção interna da tubulação. Pites de todos os tamanhos.



Figura 6 - Remoção da massa de tubérculos para coleta de amostras. Repare que, no fundo, a característica da superfície da tubulação é a mesma da figura 3.

isto é lenha na fogueira para a formação dos tubérculos. A simples presença de oxigênio no efluente, notoriamente com pH entre 6 e 8, é motivo para espalhar pela parede da tubulação o comuníssimo hidróxido ferroso, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ que, de certa forma, a protegerá. Mas nem tanto, porque a concentração de oxigênio sob esta película tornar-se-á menor, induzindo a formação de outras substâncias óxido feruginosas mais escuras, como a magnetita, induzindo diferenças de potencial e, conseqüentemente, formação de pilhas de corrosão por concentração diferencial. Quanto mais cresce a espessura de óxidos que formam esta película mais diminui o acesso do frugal oxigênio, mais aumenta a pilha de corrosão e mais amontoados de tubérculos. Repare que o material analisado com o RXED e com a análise química e física não contém carbonatos,

silicatos e outros precipitados. No entanto, a concentração de sulfatos e cloretos é maior na região inferior da massa de tubérculos que contém também fósforo e silício. Mais importante ainda, o pH na superfície da crosta é bem básico e, no interior, torna-se mais ácido. Tudo isto é prato cheio para a garimpagem de pites que se desenvolve, freneticamente, na superfície da tubulação, polindo cada vez mais a velocidade da corrosão.

E a CIM?

Infelizmente, com os dados e a patogenia levantada, inclusive a característica do odor de ovo podre que não se manifestou de forma intensa, como é de costume não foi possível confirmar a CIM. O fato é que detectou-se a presença de íons sulfatos e sulfetos. Todas as características levantadas in-

GLOSSÁRIO

Dureza – propriedade característica de um material sólido, que expressa sua resistência a deformações permanentes e está diretamente relacionada com a força de ligação dos átomos.

Alcalinidade – capacidade que um sistema aquoso tem para neutralizar ácidos sem perturbar, de forma extrema, as atividades biológicas que nele decorrem (efeito tampão natural da água). Este parâmetro, normalmente usado para descrever a qualidade da água, é um fator de capacidade e não de intensidade (como o pH), daí que uma solução com pH neutro possa ter alcalinidade considerável. A alcalinidade é devida principalmente aos carbonatos e bicarbonatos e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia. A alcalinidade total é a soma da alcalinidade produzida por todos esses íons.

Magnetita – óxido de ferro magnético Fe_3O_4 . Sua cor é preta com brilho metálico e semi-metálico. O risco é preto. Óxido de ferro preto, fortemente magnético.

Quantidade de oxigênio dissolvido – quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20°C é frequentemente usado e referido como DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

ELIMINAÇÃO DO LODO? *Indústrias, Shoppings e Grandes Condomínios. Agora tudo ficou mais prático e rápido.*

- Sistema integrado de secagem de lodo e resíduos industriais fixo, montado em caminhão, possibilitando o deslocamento para várias lagoas ou ETE's geradoras.
- Opera com qualquer teor de umidade inicial e final.
- Possibilita o uso de biomassa como combustível.
- Menor custo energético.
- Único equipamento em circuito fechado com emissão zero.
- Produto final microgranulado, facilitando o reaproveitamento.

É barato e rápido. Não arrisque mais.

ELIMINAÇÃO DO LODO

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
Fax consulta nº 26



VENDA :: LOCAÇÃO :: SERVIÇO IN HOUSE

duziam a idéia de uma intensa presença da CIM, inclusive com a notória presença das bactérias que oxidam os sulfatos, BOS, e as que reduzem BRS, as quais adoram liberar o tóxico e mal cheiroso sulfeto de hidrogênio, H₂S, e sulfeto ferroso, FeS.

Como prevenir a massa de tubérculos?

Na tabela 4 apresentamos quatro métodos bem conhecidos para prevenir a formação da massa de tubérculos.

O tratamento químico, com o uso de inibidores para a redução da velocidade da corrosão, reduz ou diminui a formação dos tubérculos, mas é antieconômica e interfere com outros mecanismos no sistema. A mudança do sistema operacional exige muito sob todos os aspectos. A substituição da tubulação de AC para aço inox, de qualquer grau ou composição, evitará a formação dos tubérculos. Contudo estará sujeita a outras formas de corrosão como a induzida pelos cloretos, a corrosão sob tensão fissurante (CTF) etc. Da mesma forma para metais como

latão, alumínio e titânio. A instalação de anodos, em forma de cartuchos cilíndricos atarraxáveis pelo lado externo da tubulação é a melhor resposta à formação de tubérculos. Geralmente são trocados uma vez por ano. Paralelamente, para todas as situações dever-se-á analisar, periodicamente, a velocidade de corrosão e a espessura das paredes da tubulação com equipamento NDT portátil apropriado.

Tabela 2 - Análise química e física do efluente

	Íons positivos		Íons negativos	
	Antes da separação do óleo	Após a separação do óleo	Antes da separação do óleo	Após a separação do óleo
Ca ⁺⁺	13	18	Cl ⁻	14
Mg ⁺⁺	0,52	0,50	SO ₄ ⁻	31
Na ⁺	74	119	HCO ₃ ⁻	Nil
K ⁺	1,10	1,51	NO ₃ ⁻	14
Zn ⁺⁺	0,17	0,18	SiO ₂ ⁻	4,3
Cu ⁺⁺	0,06	0,07	P	9,4
Fe total	0,37	1,73	OH ⁻	5
Mn	<0,05	<0,05	CO ₃	82
				ND ^(A)

(A) Não detectado

Tabela 3 - Propriedades físicas

	Antes	Após
pH @ 25°C	10,6	6,6
Condutividade (??)	430	650
Aparência	Hazy	Hazy
Sólidos suspensos (ppm)	164	32
Sólidos dissolvidos (ppm)	265	450
Dureza	35	47
Óleo e graxa	5.651 (0,57%)	247

Tabela 4

Itens	Tratamento	Viabilidade
Nº 1	Tratamento químico	Pouco viável
Nº 2	Mudança do sistema operacional	Pouco viável
Nº 3	Mudar as tubulações	Análise custo-benefício
Nº 4	Instalar proteção catódica com anodos descartáveis	Viável

fax consulta nº 27



RECUPERAR
Para ter mais informações sobre Análise.

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.
- T. Espan, S.D. Kapusta, M.J.J. Simon Thomas, CORROSION/2001, paper no. 629 (Houston, TX: NACE International).
- D.H. Pope, T.P. Zintel, CORROSION/88, paper no. 249 (Houston, TX: NACE).
- L.G. Chamritski, G.R. Burn, B.J. Webster, N.J. Lacock, CORROSION/2001, paper no. 254 (Houston, TX: NACE).
- T. Mathiesen, E. Rislund, T.S. Nielsen, J.E. Frantsen, CORROSION/2003, paper no. 563 (Houston, TX: NACE).
- W.H. Dickinson, F. Caccavo, Jr., Z. Lewandowski, Corros. Sci. 38,8.
- W.H. Durnie, M.A. Gough, J.A.M. de Reus, CORROSION/2005, paper no. 290 (Houston, TX: NACE).
- A.G. Howell, CORROSION/97, paper no. 447 (Houston, TX: NACE).
- J.W. Oldfield, W.H. Sutton, British Corros. J. 13, 1.
- The NALCO Guide to Cooling Water Systems Failure Analysis (New York, NY: McGraw-Hill, Inc.).
- P. Angell, CORROSION/2002, paper no. 475 (Houston, TX: NACE).
- S.S. Carl, CORROSION/2000, paper no. 475 (Houston, TX: NACE).
- Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, and Reuse. 3rd ed. (New York, NY: Metcalf & Eddy, McGraw-Hill).
- H.A. Videla, C.L. Sords, M. Fernandez Lorenzo de Mele, R.G. Edyvean, P. Watkins, I.B. Beech, CORROSION/98, paper no. 298 (Houston, TX: NACE).
- Z. Lewandowski, CORROSION/2000, paper no. 400 (Houston, TX: NACE).
- E.D. Archer, R. Brook, R.G.J. Edyvean, CORROSION/2001, paper no. 261 (Houston, TX: NACE).
- S.W. Borenstein, Microbiologically Influenced Corrosion Handbook (London, U.K.: Woodhead Publishing).

Café
com o

Leitor ...

Esta edição, prezado leitor, representa mais um aniversário de nosso sucesso. Do sucesso da Recuperar. 13 anos de patogenias e repairbusiness em linguagem leve e acessível. Para comemorar, apresento um conto interessante e, para fechar a matéria, algumas informações técnicas que complementam a matéria anterior.

Joaquim Rodrigues

O jornal "The Washington Post" convidou em janeiro deste ano um dos maiores violinistas do mundo, Joshua Bell, para tocar numa estação de metrô da capital americana a fim de testar a reação dos transeuntes. Desafio aceito, lá foi Bell, de jeans e camiseta, às oito da manhã, o horário mais movimentado da estação, para tocar no seu Stradivarius de 1713 (avaliado em mais de US\$ 3 milhões) melodias de Bach e Schubert.

Passaram por ele 1.097 pessoas. Sete pararam alguns minutos para ouvi-lo. Vinete e sete largaram algumas moedas. E uma única mulher o reconheceu, porque havia estado em um de seus concertos, cujo valor médio do ingresso é US\$ 100. Todos os outros usuários do metrô estavam com pressa demais para perceber que ali, a dois metros de distância, tocava um instrumentista clássico respeitado internacionalmente.

Não me surpreende. Vasos da dinastia Ching, de valor incalculável, seriam considerados quinquilharias se misturados a quaisquer outros numa feira de artesanato ao ar livre. Uma jóia do Antonio Bernardo correria risco de ser ignorada se fosse exposta numa lojinha de bijuterias, uma gravura de Roy Lichtenstein seria considerada amadora se exposta numa mostra universitária de cartoons e ninguém pagaria mais de R\$ 40 por uma escultura do mestre Aleijadinho que estivesse misturada a anjos de gesso vendidos em beira de estrada. Desinformados, raramente conseguimos destacar o raro do medíocre.

Só é possível valorizar aquilo que foi estudado e percebido em sua grandeza.

Se não me informo sobre o valor histórico de uma moeda que circulava na época dos otomanos, ela passa a ser apenas uma pequena esfera enfurraçada que eu não juntaria do chão. Se não conheço o significado que teve uma muralha para a defesa dos grandes impérios, ela vira apenas um muro passível de pichação. Se não reconheço certos traços artísticos, um vitral de Chagall passará tão despercebido como o vitral de um banheiro de restaurante. Podemos viver muito bem sem cultura, mas a vida perde em encantamento.

Essa história do violinista demonstra que não estamos preparados para a pureza das coisas, é preciso um mínimo de conhecimento para valorizá-las. Demonstra também que temos sido treinados para gostar do que todo mundo conhece. Se uma atriz é muito comentada, se uma peça é muito badalada, se uma música é muito tocada no rádio, estabelece-se que elas são um sucesso e ninguém questiona. São consumidas mais pela insistência do que pela competência, enquanto competentes sem holofotes passam despercebidos.

Gostaria muito de ter circulado pela estação em que tocava Joshua Bell. Não por admirá-lo; pra ser franco, nunca ouvi falar desse cara. O que eu queria era testar minha capacidade de ficar extasiado sem estímulo prévio. Descobrir se ainda consigo destacar o raro sem que ninguém o anuncie. Tenho a impressão de que pararia para escutá-lo, mas talvez esteja sendo otimista. Vai ver eu também passaria apressado, sem me dar conta do tamanho do meu atraso.

GLOSSÁRIO

Despolarização – fenômeno que impede a formação das reações intrínsecas de uma pilha, ou seja, no anodo ou no catodo. Um exemplo característico é o impedimento à formação das bolhas de hidrogênio no catodo. Remoção de fatores pertinentes a uma pilha.

Endêmico – problema que se repete em local específico.

Bactéria – Qualquer um dos grandes grupos de organismos microscópicos freqüentemente agregados em colônias e cercados por paredes celulares ou membranas. Bactérias podem existir como organismos auto sustentados no solo, água ou na matéria orgânica, assim como parasitas em corpos vivos de plantas e animais.

Pites – corrosão localizada na superfície do aço, confinada em um ponto ou numa área pequena, formando cavidades.

Semi-pilha – eletrodo padrão, imerso em um eletrólito padrão, com concentração conhecida, projetada para medir potenciais de corrosão em estruturas. Acompanha um voltímetro de alta impedância com um mínimo de 10Megohm.

Proteção catódica – neutralização ou redução da velocidade de corrosão devido a mudança do potencial de corrosão em direção a potenciais não oxidantes, devido a aplicação de uma força eletromotriz externa.

A conta, por favor

Enquanto a conta não vem vamos apresentar outras informações sobre corrosão induzida por microorganismos ou CIM, pertinente a matéria anterior desta edição. A CIM, ao contrário do que se pode imaginar, é um fenômeno extremamente complexo, cuja compreensão necessita do aprofundamento em disciplinas como microbiologia, metalurgia, eletroquímica e, claro, química das superfícies. Os variados papéis que a corrosão assume não a subtrai ou a torna mais complicada. Ao contrário, obriga-nos a ampliar nosso conhecimento, diversificando nosso entendimento, enriquecendo nossa vida efêmera, tornando-a mais sedutora. Ao longo destes treze anos da RECUPERAR do-



Sou da opinião, para quem gosta, que quem não consegue se reinventar, de recriar na imaginação, não muda coisa alguma. Não há evolução sem mudanças.

cumentamos a CIM em estruturas, em contato com a água do mar, na água potável, nas águas desmineralizadas, em diversas indústrias, solos, combustíveis e, naturalmente, em efluentes. A CIM não se contenta em produzir corrosão localizada. Indexada ao ambiente que a circunda, microorganismos causam formas variadas de corrosão, como pites, frestas, pilhas de aeração e concentração diferencial, incrementando cada vez mais processos galvânicos de corrosão e de erosão. Para diagnosticá-la, necessita-se

de sofisticadas técnicas eletroquímicas e microbiológicas. Sua presença configura-se tanto em anodos como catodos, o que gera uma baita confusão. Na prática, utiliza-se a relação espacial que existe entre os tipos fisiológicos específicos de bactérias e determinadas manifestações corrosivas. Felizmente, com toda sua onipresença em anodos e catodos, a natureza eletroquímica da corrosão permanece válida para a CIM. Em todos os casos encontramos zonas anódicas que corroem e

reações catódicas que transcorrem tranquilas e de forma simultânea. Microorganismos participam desse processo de forma ativa, em ambos os lados, sem modificar a natureza eletroquímica do fenômeno. Produzem substâncias corrosivas, que transformam continuamente o meio. Originam pilhas de aeração e concentração diferencial, por efeitos do consumo desigual do oxigênio e produção de substâncias corrosivas, em regiões localizadas, como por exemplo os próprios tubérculos. O crescimento bacteriano,

nestes micro-ambientes, produz acidez descontrolada, com direito a mudança contínua das características do eletrólito envolvido, alterando de forma particular e seguidamente a situação do biofilme sobre a superfície do aço. A maioria dos biofilmes promove também processos de despolarização ao longo das pilhas de corrosão. O consumo exacerbado de oxigênio nas colônias, ao mesmo tempo em que liberam íons H^+ , que intensificam a acidez, em função da frenética atividade microbiana, submetidas a mutações contínuas e pressão, temperatura, umidade, salinidade, acidez e alcalinidade. A condição aeróbica daquelas tubulações, apresentadas na matéria anterior, formaram uma vasta cascata de tubérculos, tipicamente com três

formada por cristais tipo eletro-ímãs, de polo único, que orientam a formação bacteriana. Toda esta química dos tubérculos forma um perfeito e eficiente campo minado onde funcionam, a todo vapor, pilhas de concentração e aeração diferencial. Para complicar um pouco mais, na CIM, não existem apenas famílias de bactérias, isoladamente. Junto, coexistem numerosas formações de fungos e microalgas. Fungos, de forma característica, predominam em tanques e reservatórios onde há mistura de combustíveis e água. Ocorrem também em silos de grãos, sejam metálicos ou de concreto armado-protendido. Naturalmente, sua aura de anjinhos não é verdadeira, pois também são responsáveis pela formação de ácidos or-

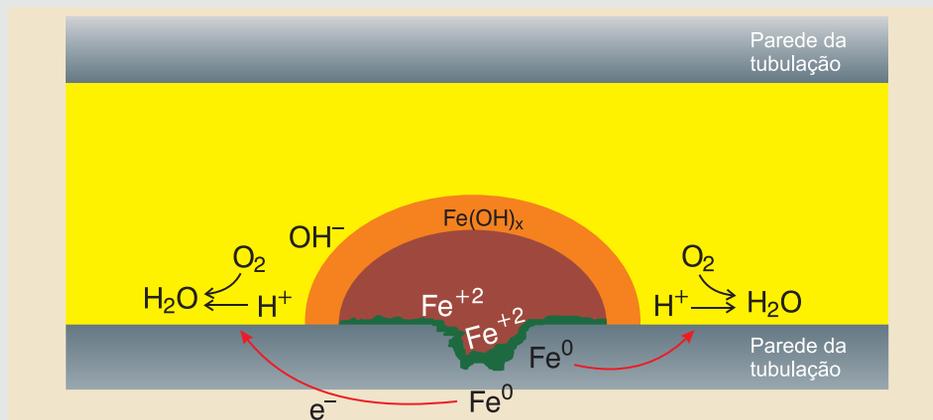


Diagrama com o esquema da pilha de aeração diferencial ocasionada pelo consumo de oxigênio no tubérculo.

camadas. A mais interna, levemente esverdeada, junto a parede da tubulação, era formada de hidróxido ferroso, $Fe(OH)_2$. A externa, tipicamente alaranjada, é do hidróxido férrico, $Fe(OH)_3$. No meio das duas, aquela camada alaranjada quase escura de magnetita, Fe_2O_3 ,

gênicos. No ambiente marinho, da água salgada, estruturas metálicas e de concreto armado-protendido padecem de doenças endêmicas. Detalhe, muitos engenheiros ainda não deixaram cair a ficha para este sério problema. A CIM, neste ambiente, está sempre

GLOSSÁRIO

- Cáustico** – substância fortemente alcalina, como o hidróxido de sódio ou potássio.
- Potencial de corrosão** – potencial de uma superfície metálica, submetida a um eletrólito, medido em relação a uma semi-pilha.
- Velocidade da corrosão** – quantidade de corrosão que ocorre numa unidade de tempo.
- Pilha de aeração** – igual à pilha de concentração só que motivada por diferença na quantidade de ar (oxigênio) em um ou outro lado da pilha de um mesmo material. Polarização por aeração.
- Pilha de concentração** – pilha eletroquímica acionada por uma diferença de potencial causada pela diferença na concentração de algum componente no eletrólito. Esta diferença conduz a formação de novos catodos e anodos. Polarização por concentração.
- Polarização** – mudança no potencial de corrosão em uma superfície tratada com proteção catódica, seja com anodos em forma de pastilha, fio ou tela. A polarização normal deve-se a formação da pilha eletroquímica.
- Eletrolise** – mudanças químicas que ocorrem no eletrólito, devido a passagem de corrente produzida por uma pilha eletroquímica.
- Eletrolito** – solução que contém íons que migram devido a um campo elétrico.
- Pilha eletroquímica** – sistema composto por um anodo e um catodo ligados por um contato metálico e imersas em um eletrólito. Anodo e catodo podem ser metais diferentes ou áreas ativas, porém com diferentes tamanhos, sobre uma mesma superfície de metal.

acompanhada de microalgas que, na presença da luz, produzem oxigênio e mudanças no pH. Não precisa dizer mais nada. São cúmplices, também, das bactérias no processo da CIM, muito embora nada saibam e nada falem sobre corrosão. Virou mania.

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, CO_2 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) 2493-6740
 fax (0XX21) 2493-5553
 produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta nº 31