

TRATANDO SOLOS CONTAMINADOS COM A TÉCNICA SOLIDIFICAÇÃO/ESTABILIZAÇÃO



SOLOS

Thomas Kim

MEXER EM SOLOS CONTAMINADOS É EXTREMAMENTE PROBLEMÁTICO. A TÉCNICA SS É A SOLUÇÃO MAIS PRÁTICA E ECONÔMICA PARA O PROBLEMA.

A angústia de ser prisioneiro do próprio tempo não raro se expressa, artisticamente, pela angústia de ser prisioneiro no tempo alheio. Desde a célebre máquina de H.G. Wells, ao menos, personagens viajam por outras eras experimentando, na ficção científica, algo que o leitor-espectador – o do futuro pressentível, que é tudo o que temos – jamais poderá viver. A ficção a que nos referimos aqui e agora é cada vez mais cruel: a de terras contaminadas que limitam nossa sobrevivência.

A técnica de tratamento de solos contaminados Solidificação/Estabilização (SS representa o nome em inglês Solidification/Stabilization), não passa de um Permeation Grouting (veja Recuperar nº 30, de Julho/Agosto de 1999 e nº 42 de Julho/Agosto de

A terminologia do SS segundo a Agência de Proteção Ambiental Americana

Tratamento – método de modificação química, biológica e/ou física do solo contaminado.

Lixiviação – processo através do qual um agente líquido dissolve substâncias perigosas, dentro da massa de solo contaminada, transpassando-a.

Encapsulamento – refere-se ao isolamento da massa contaminante em uma matriz envolvente, praticamente impermeável.

Solidificação – transformação de uma massa líquida contaminada em uma estrutura mais ou menos sólida, ou íntegra.

Estabilização – transformação de uma massa contaminada em uma estrutura pouco ou nada sujeita a processos de lixiviação, ou seja, insolúvel.

Sorção – envolve a utilização de um agente sólido para absorver ou enxugar a fase líquida de uma massa contaminada. Conjunto dos fenômenos de absorção, adsorção e dessorção.

2001), capaz de tratar solos arenosos, utilizando-se grouts cimentícios. Mas não é só injetá-los ou bombeá-los no solo para tratá-lo. Há inúmeras complicações. No box acima há toda uma terminologia necessária para entender a SS e seus benefícios.

A mecânica do tratamento SS

É o tratamento mais empregado em todo o mundo, utilizando combinações de grouts de cimento portland, vários tipos de aditivos e resinas compatíveis que

Continua na pág. 6

RECUPERAR • Março / Abril 2009

TRATANDO SOLOS CONTAMINADOS COM A TÉCNICA SOLIDIFICAÇÃO/ESTABILIZAÇÃO



SOLOS

Thomas Kim

MEXER EM SOLOS CONTAMINADOS É EXTREMAMENTE PROBLEMÁTICO. A TÉCNICA SS É A SOLUÇÃO MAIS PRÁTICA E ECONÔMICA PARA O PROBLEMA.

A angústia de ser prisioneiro do próprio tempo não raro se expressa, artisticamente, pela angústia de ser prisioneiro no tempo alheio. Desde a célebre máquina de H.G. Wells, ao menos, personagens viajam por outras eras experimentando, na ficção científica, algo que o leitor-espectador – o do futuro pressentível, que é tudo o que temos – jamais poderá viver. A ficção a que nos referimos aqui e agora é cada vez mais cruel: a de terras contaminadas que limitam nossa sobrevivência.

A técnica de tratamento de solos contaminados Solidificação/Estabilização (SS representa o nome em inglês Solidification/Stabilization), não passa de um Permeation Grouting (veja Recuperar nº 30, de Julho/Agosto de 1999 e nº 42 de Julho/Agosto de

A terminologia do SS segundo a Agência de Proteção Ambiental Americana

Tratamento – método de modificação química, biológica e/ou física do solo contaminado.

Lixiviação – processo através do qual um agente líquido dissolve substâncias perigosas, dentro da massa de solo contaminada, transpassando-a.

Encapsulamento – refere-se ao isolamento da massa contaminante em uma matriz envolvente, praticamente impermeável.

Solidificação – transformação de uma massa líquida contaminada em uma estrutura mais ou menos sólida, ou íntegra.

Estabilização – transformação de uma massa contaminada em uma estrutura pouco ou nada sujeita a processos de lixiviação, ou seja, insolúvel.

Sorção – envolve a utilização de um agente sólido para absorver ou enxugar a fase líquida de uma massa contaminada. Conjunto dos fenômenos de absorção, adsorção e dessorção.

2001), capaz de tratar solos arenosos, utilizando-se grouts cimentícios. Mas não é só injetá-los ou bombeá-los no solo para tratá-lo. Há inúmeras complicações. No boxe acima há toda uma terminologia necessária para entender a SS e seus benefícios.

A mecânica do tratamento SS

É o tratamento mais empregado em todo o mundo, utilizando combinações de grouts de cimento portland, vários tipos de aditivos e resinas compatíveis que

Continua na pág. 6

RECUPERAR • Março / Abril 2009

CONTAMINAÇÃO DE SOLO?

O segredo de todo processo de tratamento de solos contaminados por solidificação/estabilização (SS) está no uso de resinas poliméricas, específicas para cada tipo de contaminante, que garantem a hidratação do grout cimentício que fará o confinamento e/ou o encapsulamento do volume contaminante.

Possuímos experiência necessária para o seu problema, tanto para solos argilosos quanto arenosos. Consulte-nos.

SOLIDIFICAÇÃO/ESTABILIZAÇÃO

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 02

GLOSSÁRIO

Solubilidade – capacidade de uma substância de se dissolver em outra. Esta capacidade, no que diz respeito a dissolução de um sólido em líquido é limitada, ou seja, existe um máximo de soluto que podemos dissolver em certa quantidade de um solvente.

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

Soluto – produto que se dissolve em um solvente. Atentar para sua espécie.

Solvente – material que dissolve o soluto. O mais comum é a água.

possam garantir o processo de hidratação do cimento, tanto para cercar massas contaminantes quanto para encapsular sua matriz.

No boxe apresentado na página 6, apresentamos informativo a respeito do uso de aditivos e resinas que, no fundo, ga-



O SS é um eficiente processo de tratamento de solos contaminados, já que elimina a necessidade de sua perigosa remoção. Testes posteriores com piezômetros de tubos abertos informam a eficiência do tratamento.

Os agentes duplos

Embora grouts cimentícios com base no cimento portland, por si só, sejam efetivos agentes solidificantes, o uso de determinados aditivos e resinas, cujas formulações são segredos de cada empresa especializada em tratamento de solos contaminados, melhoram, otimizam e garantem a realização das frágeis reações de hidratação do cimento portland, em meios poluídos. Sua inclusão no tratamento, invariavelmente se faz, inicialmente, injetando determinada resina com viscosidade próxima a da água, no solo, de modo a garantir o acesso posterior do grout de um determinado tipo de cimento portland com elevada viscosidade, podendo ultrapassar, facilmente, duas mil vezes a viscosidade da água. Para o caso de solos argilosos, orgânicos ou não, sua função será

de fraturá-los, em torno do furo, utilizando-se pressões elevadas, de modo a interligar-se com os furos vizinhos. Esta estratégia garante a impermeabilidade neste tipo de solo ao criar uma verdadeira “planta com folhas”, que se entrelaçam de furo para furo. Segundo, com a injeção posterior do grout cimentício, as reações de hidratação do portland ocorrerão ao longo destas “folhas”, de acordo com as regras da resina anteriormente injetada, estabelecendo um ambiente totalmente compatível, e por que não dizer, saudável para o portland. Isto porque, quando o solo contaminado apresenta-se saturado, partículas de cimento portland também utilizam esta água, lá presente, para terminar seu processo de hidratação, já que o processo de sedimentação de suas partículas é inevitável antes da

pega. Se na massa contaminada do solo houver substâncias que interfiram com a natural dispersão e a conseqüente pega do portland, um “abraço” mortal ocorrerá, já que trata-se de água contaminada. O uso de aditivos específicos no grout cimentício poderá ter a função de absorver água. Ao absorvê-la, também o fará com os metais e substâncias orgânicas, como foi apresentado no estudo de Conner, intitulado “Chemical Fixation and Solidification of Harzardous Wastes”. Poderá, também, reagir com o hidróxido de cálcio, fartamente liberado durante as reações de hidratação do portland utilizado, de modo a formar outras substâncias aglomerantes, podendo ter estruturas espaciais sólidas, incrementando rigidez e impermeabilidade à massa contaminante.

IPACON
Instituto de Patologias
da Construção

ANÁLISES LABORATORIAIS

- 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.

ANÁLISES LABORATORIAIS

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

rantem o sucesso da SS, razão pela qual suas fórmulas são segredos guardados a sete chaves.

De um modo geral, o sucesso do tratamento com SS envolve as seguintes etapas:

- Controle do excesso de acidez por reações de neutralização.
- Se necessário, destrói complexos formados por metais, controlando também reações de oxidação.
- Converte espécies químicas solúveis em insolúveis (estabilização).
- Estabelece processos de solidificação.

Evidentemente, poder-se-á questionar a permeabilidade dos grouts cimentícios empregados para impedir o fluxo freático ou de aquíferos. No entanto, a técnica SS, sendo um Permeation Grouting, emprega pressões elevadas, estabelecendo condições de impermeabilidade ao longo de toda profundidade tratada, impedindo fluxos gradientes com pressões muito, mas muito inferiores. A questão, portanto, não é o grau de impermeabilidade do grout ci-

Particularidades do SS

- Produz uma massa sólida.
- Diminui substancialmente a área superficial contaminante.
- Limitação da solubilidade do contaminante.

A análise da efetividade do tratamento pode ser feita com a instalação de piezômetros antes e após.



O grande perigo do processo de contaminação, sob tanques industriais, é uma realidade, particularmente quando há fortes aquíferos na região.

mentício empregado, são as condições que o Permeation Grouting ou SS impõem em torno dos furos de tratamento, estabelecendo condições de estanqueidade, devido à penetração (permeation) através da massa do solo, usualmente abrindo-a ou craque-

ando-a com o uso de elevadas pressões de bombeamento, que chegam a 30kg/cm². Sob estas condições, solos arenosos, siltosos, argilosos e misturas, o que é mais comum, contaminados ou não, tenham sua permeabilidade reduzida ou neutralizada,

Problemas com fundações? Recalques?

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

Problemas de recalque
são facilmente resolvidos
com **COMPACTION GROUTING.**



Tanques em zonas portuárias. Inevitáveis processos de contaminação no solo, submetido às condições da maré.

pois as pressões de percolação natural do aquífero, ao longo de sua profundidade, jamais chegarão às empregadas pela SS.

A interação do portland com resíduos químicos contaminantes inorgânicos

Massas contaminantes, orgânicas ou inorgânicas, presentes no solo, a qualquer profundidade, não são difíceis de caracteriza-

ção. Por outro lado, há diversos tipos de cimento portland que, bem empregados na formação do grout combinam, de modo a tornar estas massas insolúveis. Geralmente, quando metais são convertidos em carbonatos, hidróxidos, silicatos ou sulfetos, invariavelmente acabam por formar precipitados de baixíssima solubilidade, neutralizando o perigoso processo de lixiviação fomentado por aquíferos. É bem sabido que os hidróxidos dos silicatos de cálcio

(HSC) formam a base do cimento portland, chegando a cerca de 80% em sua composição. Na literatura mundial, uma boa pesquisa é o trabalho denominado “Fixação de íons metálicos no cimento portland” escrito por Bhatti, durante o “4th Proceedings National Conference on Hazardous Wastes and Hazardous Materials” de 1987. Neste trabalho explica-se, de maneira fácil, a interação do HSC com espécies químicas contaminantes como o cádmio, cromo,

CHECAGEM DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO?

Com o nosso Radar checamos todo tipo de contaminação do solo.

A propagação de ondas eletromagnéticas de frequência específica, através do solo, com a reflexão obtida, por características do material contaminante, permite a obtenção de dados suficientes para um diagnóstico preciso. Pulsos eletromagnéticos, de forte intensidade, são gerados na unidade de controle e enviados para a antena emissora. A onda incidente, parcialmente refletida nas interfaces entre camadas distintas, garante contrastes entre propriedades dielétricas do solo.

Suspeita ou levantamento do estado de contaminação? Fale conosco.

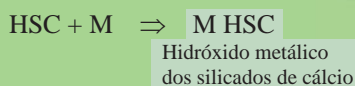


CONTAMINAÇÃO DO SOLO

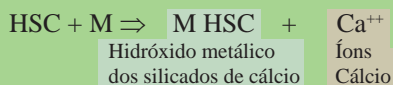
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 05

chumbo, mercúrio e o zinco, através de um dos seguintes mecanismos:

- Imobilização por reações de adição (M é o íon metálico)



- Imobilização por reações de substituição (M é o íon metálico)



- Estudos com difração do raio-X indicaram outros componentes provenientes de diferentes reações, todas com imobilização dos metais presentes

Interações do Portland com resíduos químicos orgânicos contaminantes

Tratamentos de SS, apenas com grouts cimentícios do portland, ficam comprometidos, caso a massa contaminante contenha resíduos químicos perigosos e/ou resíduos orgânicos na forma de líquidos com teores superiores a 1%, já que interferem com o processo de SS, conforme mostra o estudo de Conner. Duas estratégias de tratamen-



Contaminação do solo imediatamente abaixo da laje radier de um tanque que estocava alcatrão. Repare a laje radier cortada como referencial.



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

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

GEOTECNIA

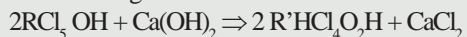
- PDA - Prova de Carga Dinâmica (NR-13208).
- PIT - Ensaio de Integridade.
- Prova de Carga Estática (sapatas e estacas).
- Controle de Recalques.
- Acompanhamento Técnico da Execução.
- Ensaios CPT-CPTU/PIEZOCONE (medida de pressão neutra).
- Ensaios DMT - "Dilatômetro de Marchetti".
- Ensaios "Vane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

to são sugeridas com SS, para estas situações:

- Proceder cortinas estanques, em torno da massa orgânica contaminante, impedindo o fluxo do aquífero de penetrar na massa contaminante.
- Fazer o tratamento utilizando resinas compatíveis com o portland, que promovam as reações de hidratação de maneira rápida e independente do contato com a massa contaminante.



Substâncias orgânicas perigosas, uma vez presentes no solo, reagem estabelecendo situações muito particulares. De um modo geral, ao se introduzir diversos tipos de resíduos orgânicos perigosos, sob condições de pH específico, viabiliza-se sua diluição com a água. Por exemplo, a quebra de substâncias organocloradas contaminantes no solo pode ser viabilizada através de hidrólise, onde R e R' são os resíduos orgânicos:



Alguns sais de cálcio, menos solúveis do que determinados resíduos orgânicos, reduzem drasticamente a solubilidade do contaminante.

A geotecnia do Permeation Grouting como passaporte para tratamentos contaminantes

Pouquíssimo se sabe sobre o uso de tratamentos efetivos de contaminação com SS no Brasil. Há, no entanto, trabalhos acadêmicos super interessantes publicados que podem e devem ser pesquisados, entre eles a “Avaliação da integridade e da retenção de metais pesados em materiais estabilizados por solidificação” de André Brito e Sebastião Soares, ambos da Universidade da Paraíba assim como “Estabilização por solidificação de solo residual contaminado por hidrocarbonetos”, de Karla Heineck da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. No entanto, o que muito se fez de estabilização com Permeation Grouting. Permeation Grouting é uma técnica geotécnica

de tratamento de solo, caracterizado pela injeção, sob pressão, de resinas e grouts cimentícios em solos, tanto granulares como argilosos. Para o segundo tipo, naturalmente, induz-se seu fraturamento para adicionar características de estabilização.

Regulamentação e normas para o tratamento de SS

Basicamente, todas as normas e regulamentações sobre solos poluídos começaram a ser estabelecidas no início dos anos 70, nos EUA, com o Ato da Saúde e Segurança Ocupacional, entrando como emenda no ato Federal de Controle da Poluição da Água, em 1972, que idealizou o Ato de Potabilidade da Água, em 1974, juntamente com o Ato de Controle de Substâncias Tóxicas, em 1976, na tentativa de resolver, indiretamente, o já sério problema de uma infindável quantidade de terrenos reconhecidamente contaminados com lixo tóxico. Finalmente, neste mesmo ano, estabeleceram as bases para o Programa Nacional de Regula-

Como resíduos contaminantes podem interferir com a SS

É bem documentada a interface de resíduos químicos perigosos com as reações de hidratação do cimento portland, geralmente através do exame do efeito da interferência com seus componentes individuais. De um modo geral, todo resíduo inorgânico contaminante é estabilizado com o tratamento SS. Alguns metais pesados, entretanto, como zinco, estanho e o chumbo, uma vez presente na massa contaminante, atuam como retardadores nas reações de hidratação do

portland. Resíduos à base de ferro e cloreto de cálcio atuam como aceleradores. Resíduos alcalinos, com baixa concentração, aceleram as reações de hidratação. A presença de resíduos na forma de sulfatos, por sua vez, destroem as reações de hidratação do portland. A presença de resíduos com grupos hidroxilas, atuam como retardadores e até como dispersantes. O açúcar e ácidos como o cítrico, glucônico e o adipico entram como potentes retardadores nas reações de hidratação do

portland. Algumas estratégias, com o emprego de hidrocarbonetos clorados, uma vez injetados em massas rígidas contaminantes no solo podem desestabilizá-las, permitindo sua análise e o conseqüente tratamento. O trabalho “Interference Mechanisms in Waste Stabilization/Solidification Processes”, pertencente ao U.S. EPA HWERL, EPA/600/S2-89/067 esmiúça bem a interferência de substâncias orgânicas e inorgânicas com o tratamento SS.

O assassino da Reatividade Álcali-Sílica (RAS)



RENEW
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 06

tação da Disposição de Resíduos Tóxicos com o “Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)” que, hoje, serve de normativo tanto para a geração como manuseio, tratamento e disposição de resíduos tóxicos. Mais recentemente, em 1984, o congresso americano promoveu uma forte emenda ao RCRA, através do Hazardous and Solid Waste Amendments (HSWA), restringindo enormemente a disposição de resíduos tóxicos não tratados, principalmente na forma líquida. Dentro do HSWA e também do RCRA, encontram-se tecnologias específicas de tratamento de solos contaminados, baseadas na performance do “The Best Demonstrated Available Technology (BDAT)” para tratamento de resíduos tóxicos, onde se insere o tratamento SS. Com relação ao uso do cimento portland, poder-se-á utilizar um dos cinco tipos de cimento, cada um feito para um fim específico, analisado-os através das normas brasileiras específicas.



fax consulta nº 07



Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Thomas Kim é engenheiro civil e trabalha no repairbusiness.
- American Society for Testing and Materials. 1995. Standard Test Method for Leaching Solid Material in a Column Apparatus: D 4874 – Philadelphia.
- Environmental Protection Agency. 1991. Solidification/Stabilization use at superfund sites. EPA-542. Washington.
- Heineck, K.S. (2002) “Mechanical and hydraulic behavior of new geotechnical materials”. Ph.D. Thesis, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. (in Portuguese).
- Knop, A. 2003. Encapsulation of contaminated soils by hydrocarbons. M.Sc. Thesis, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. (in Portuguese).
- Mayers, T.E., Eappi, M.E. 1992. Laboratory evaluation of stabilization solidification technology for reducing the mobility of heavy metals in New Bedford Harbor superfund site sediments stabilization of hazardous radioactive and mixed wastes, 2nd ed. ASTM publication, Philadelphia, 304 pages.
- U.S. Army Corps of Engineers. 1995. Tractability Studies for Solidification/ Stabilization of Contaminated Material, Technical Letter N° 1110-1-158, Washington.
- P.E.I Associates Inc. 1988. Handbook of Underground Storage Tank Safety and Correction Technology, Hemisphere Publishing Corporation, Washington.



Existe uma forma mais inteligente de detonar uma estrutura ou rocha.



DEMOX CIMENTO EXPANSIVO

DEMOX é um revolucionário cimento extremamente expansivo, ideal para corte de rochas e concreto. Age em função da dilatação de seu volume, exercendo nas paredes do furo força superior a 8.000kg/m², provocando fraturas no material. DEMOX é um produto altamente ecológico, pois além de não ser explosivo, não produz gases e resíduos nocivos. Seu campo de ação é, praticamente, ilimitado. Serve para romper, cortar ou demolir rochas, concreto, concreto armado e situações onde, por razões de segurança ou preservação do meio ambiente, o uso de explosivos não seja possível.

Pode ser usado para a execução dos seguintes trabalhos:

- Escavação e demolição de fundações.
- Correção de rochas para construção de estradas.
- Escavações subterrâneas.
- Eliminação de blocos de pedra.
- Escavações marítimas, mesmo submarinas.
- Escavações de valas para posicionamento de dutos.
- Demolição de pilares, torres e paredes (de concreto armado ou não).
- Pré-fissuramento de formações rochosas com a criação de blocos isolados.

Use tecnologia. Use DEMOX.

DEMOX

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

Tema:

QUANTO TEMPO VAI DURAR A TINTA?

Pergunta:

E estamos começando as obras de uma grande planta industrial onde há enorme quantidade de tanques metálicos que deverão ser pintados externamente. A especificação para a pintura é básica, falando apenas em primer epóxico e acabamento em poliuretano. Gostaria de saber como posso avaliar esta situação? Quais são os critérios que terei de ter para estimar o tempo de vida da pintura que farei?

Eng^o Jorge F. S. Campos, Belo Horizonte, MG

Resposta:

Prever o tempo de vida de uma tinta depende de vários fatores, inclusive, claro, do tipo de tinta a ser empregada, dos métodos de aplicação e, principalmente, da severidade do ambiente. Mesmo sem nenhuma informação técnica fornecida, ainda assim poderemos estimar o tempo de vida de uma tinta e as condições que podem comprometê-la. A pri-



Figura 1 - A perda da película de acabamento.

meira questão é como você irá avaliar o mecanismo de ruína? Mais, qual o nível de tolerância que irá detonar os primeiros serviços de recuperação da pintura? Evidentemente, para tintas de "boa qualidade" e com métodos de aplicação padronizados, bastará verificar onde a película de acabamento foi comprometida, passar uma lixa leve, reimprimir (caso o primer tenha sido comprometido) e repintar a película de acabamento. É o sistema de manutenção mais econômico e dependerá da boa vontade de quem decidirá a questão. Dentro de uma planta industrial é diferente. Pequenos ou médios comprometimentos são toleráveis, algo como 20% do pano pintado aparecendo o primer. Aquelas superfícies metálicas, pintadas e com processos de corrosão, poderão ter o mesmo critério. Uma vez aceito este critério preliminar, poder-se-á estimar o tempo de vida de uma pintura com:

- Boa especificação.
- Empresa de pintura qualificada.
- Inspeção/fiscalização eficiente.
- Tintas reconhecidamente testadas (uma "boa" marca não garante a qualidade específica desejada).

Quando estes quatro critérios são satisfeitos, sem dúvida, pode-se esperar excelentes resultados. Caso contrário, prognosticar tempo de pintura exigirá o conhecimento adicional dos seguintes itens:

- Adesão da película.
- Espessura do filme seco (EFS).
- Velocidade da deterioração da superfície.
- Severidade do ambiente.
- Tipo de tinta.
- Equipamento de pintura.

Ainda assim, poder-se-á deparar com surpresas. Por exemplo, se a tinta for aplicada com a espessura adequada, checada inclusive com medidor de EFS, mas sobre um substrato con-



Figura 2 - Tanques necessitam de boa preparação das superfícies e pintura adequada.



Figura 3 - Tintas alquídicas são bastante indicadas para tanques industriais.

taminado com gordura, pó ou mesmo sobre aquela ferrugenzinha quase imperceptível, sem dúvida, ter-se-á surpresas com relação ao tempo de duração. Os fatores acima não são difíceis ou caros de serem checados e também não exige grande precisão. Um exemplo simplório de eficiência, que dá muito bom resultado é o teste de adesão feito com a ponta de um canivete, independentemente do grau de exigência. É um teste simples e que funciona, muito empregado em programas de manutenção industrial. Evidentemente, sempre há exceções para cada regra. Há muito que falar sobre regras para uma boa pintura, durabilidade de revestimento, manutenção etc. Para o seu caso, no entanto, estas dicas ajudarão bastante.



Designed for the urban wild.

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

TOP COAT CARBO FC

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 09

METODOLOGIA INOVADORA NA RECUPERAÇÃO DE TUBULAÇÃO MISTA DE AÇO CARBONO REVESTIDA COM CONCRETO PROTENDIDO

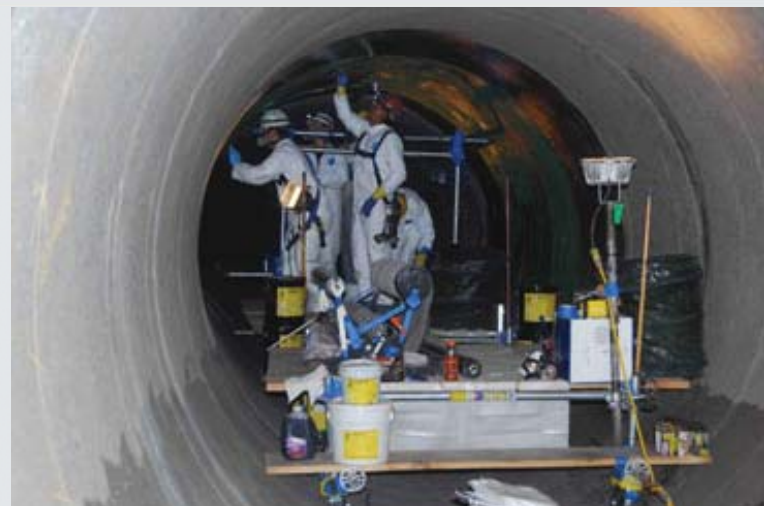
O REFORÇO COM FIBRA DE CARBONO MAIS UMA VEZ É UTILIZADO PARA VIABILIZAR A NECESSIDADE ESTRUTURAL EM UMA USINA TERMELÉTRICA.



ANÁLISE

Patrícia
Karina Tinoco

Uma usina termelétrica faz uso da água de um rio próximo para, através da formação de um lago artificial dentro de suas instalações, transportá-la para o interior da usina em direção às suas quatro caldeiras geradoras de vapor pela queima de carvão. O vapor pressurizado é, então, transportado para as turbinas que acabam gerando eletricidade. Após passar pelas turbinas, uma pequena parte do vapor perde-se no ar e, praticamente sua totalidade, condensa, tornando-se novamente água líquida ao passar pelas torres de resfriamento, retornando ao lago e completando o ciclo do uso da água. Uma grande rede subterrânea de tubulações de aço carbono envolvida em concreto protendido (TACCP) é a responsável por esse ir e vir da água na usina, fazendo com que gere eletricidade 365 dias por ano. Após trabalhar por quase 25 anos e ter sofrido uma recuperação há cerca de 10 anos atrás, programou-se a paralisa-



A TACCP sendo reforçada com tecido de fibra de carbono MFC. Uma torre sobre rodas viabilizou o acesso à região superior da tubulação

Reforço Estrutural...

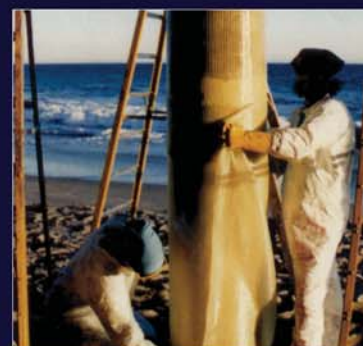
...só com sistemas MFC.



Manta de Fibra de Aço.



Manta de
Fibra de Carbono



Manta de Fibra de Kevlar

PRODUTOS MFC:

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

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 acessoria técnica para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.



Lider em Reforços Inteligentes

REFORÇO ESTRUTURAL

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 10



Poço de visita: o único acesso ao interior da TACCP, com diâmetro de ~ 80cm.



Caixas com rolos de fibra de carbono MFC, resinas epóxicas posicionadas em trechos estratégicos para ataque em diversas frentes.

ção, por um mês, de uma das quatro unidades da usina, possibilitando serviços de investigação/recuperação de parte da rede da TACCP. Na recuperação anterior, há 10 anos atrás, a causa dos problemas foram fissuras e processos de corrosão localizados, tratados com metodologia de lixamento eletromecânico das regiões comprometidas e pintura com primer e acabamento em poliuretano.

A situação das TACCPs

O trecho da linha, motivo da intervenção, totalizou 270m e era composta por tubos de aço carbono com 6m de comprimento, tendo 3m de diâmetro, feito com chapas soldadas. Externamente, o revestimento envolvente era de concreto protendido que não recebeu qualquer intervenção. Com o comprometimento total da pintura procedeu-se, após

a preparação do local para trabalho em ambiente confinado, hidrojateamento com areia de modo a obter-se a condição de limpeza convencional do aço (brush-off). As perdas de seção, devido a corrosão após a preparação superficial, exigiu um reforço estrutural no tubo cilíndrico, de modo a restituir a perda da resistência de arco de projeto equivalente a pouco mais de 4kg/cm², a fim de a promover a restituição do equivalente



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 às exigências da classe A-30 da norma DIN 36072 e DIN 12068 com relação a tensionamentos. **DENSOFLEX** é importada da Alemanha e caracterizada pela DIN-DVGW-Reg. N° NG-5180BM00.

USE

DENSOFLEX

Fita auto-aderente isolante da corrosão

DENSOFLEX
 Tele-atendimento
 (0XX21) 3154-3250
 fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
 Fax consulta n° 11



Instalação da manta de fibra de vidro estrutural ARMAGLASS NE, de modo a isolar o carbono do aço, evitando pilha de corrosão galvânica.



Pintura final de proteção do processo de reforço: epóxi novolac.

a 20% da resistência longitudinal. A solução escolhida foi pela utilização do tecido de fibra de carbono MFC, reconhecidamente a mais bem estruturada do mercado, utilizando-se duas camadas aplicadas no sentido transversal. Por se tratar de ambiente

confinado, toda a linha foi abastecida de ventilação horizontal e vertical, através do poço de visita. Equipes de segurança permaneceram atentas, com medidores de gases, a toda rotina de trabalho previamente estabelecida. Pites de corrosão foram locali-

zados e tratados adequadamente, sendo suas cavidades preenchidas com massa metálica de recuperação Steel Repair, utilizando-se espátula. A largura tradicional, de 50cm, do rolo de fibra de carbono MFC, foi modificada especialmente para 1,20m, de modo a

Continua na pág. 6

EPÓXI 28 Novolac

A MAIS AVANÇADA BARREIRA CONTRA A AÇÃO QUÍMICA

Proteja a superfície do concreto contra a ação de ácidos (concentração elevada) e substâncias fortemente alcalinas com EPÓXI 28. Moderníssimo sistema epóxico novolac, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem suportar.

- ✓ 100% sólidos.
- ✓ Odor quase imperceptível.
- ✓ Excelente resistência química.

EPÓXI 28. INIGUALÁVEL.



EPÓXI 28

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250

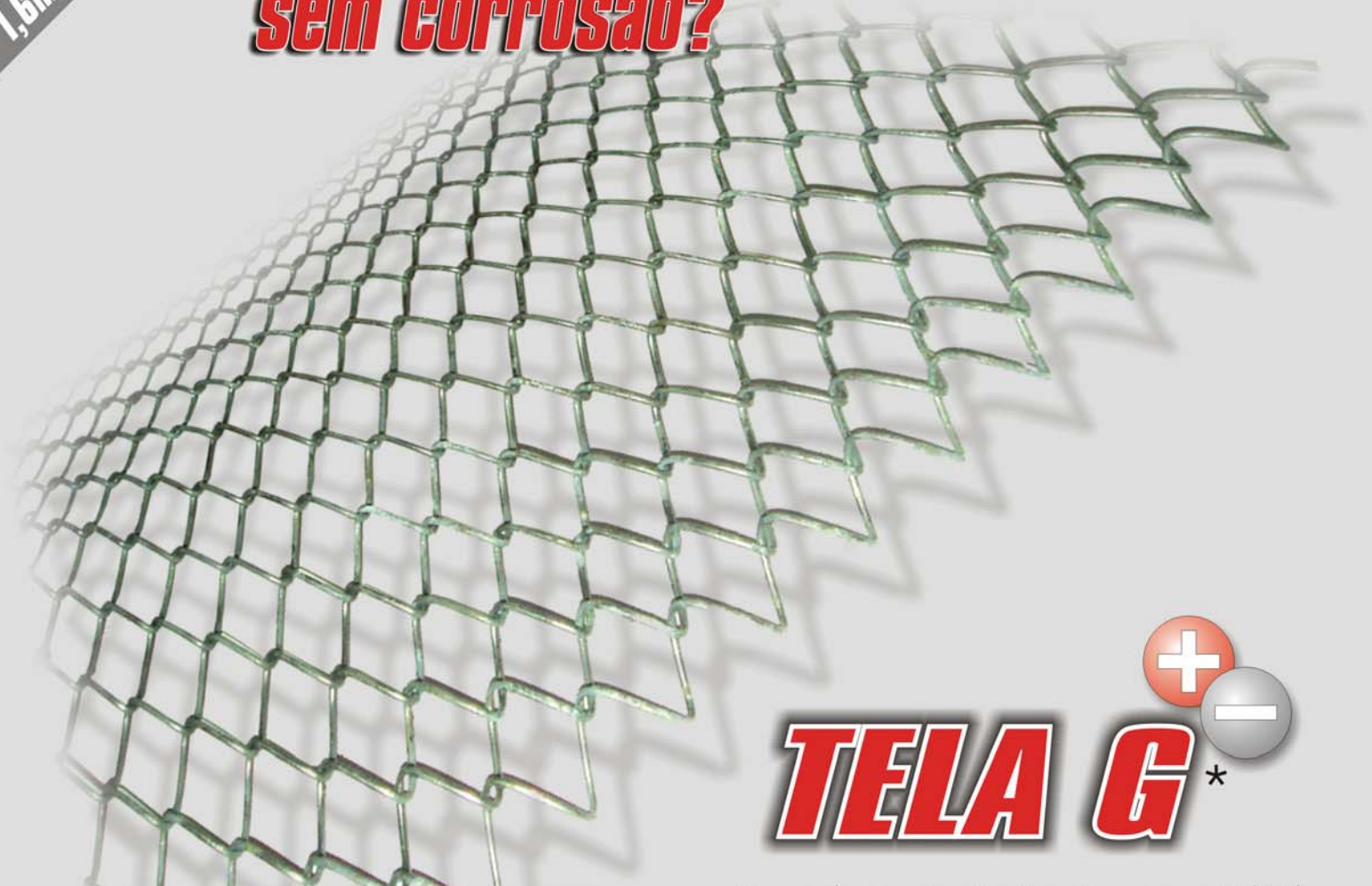
fax (0XX21) 3154-3259

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 12

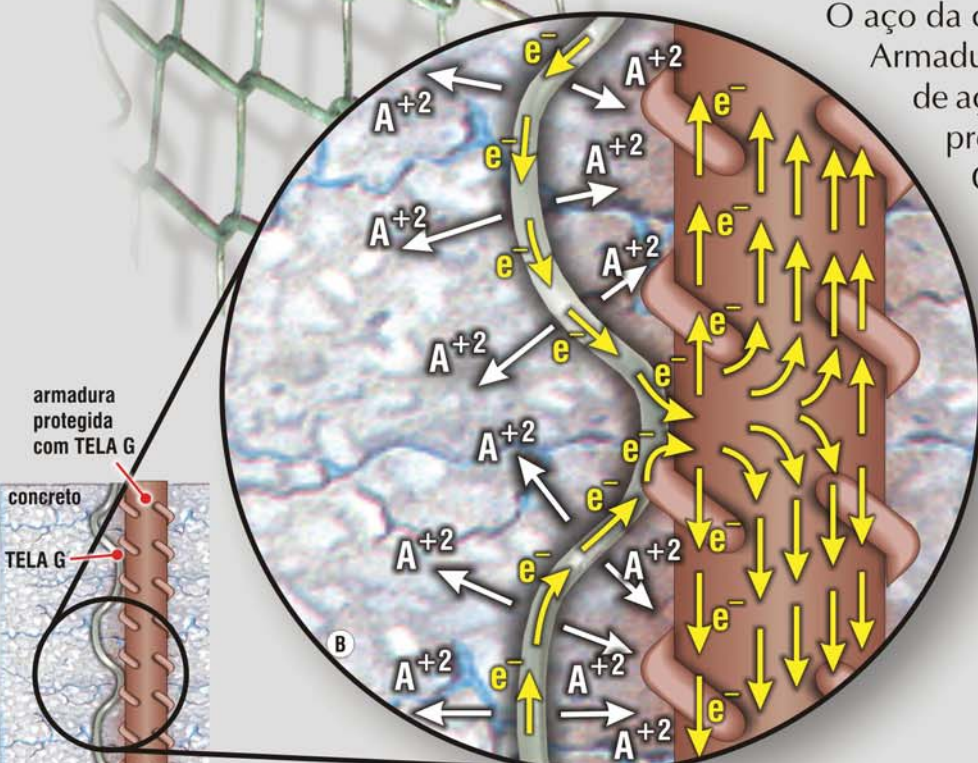
Nova com
1,6mm de espessura

Concreto armado-protendido sem corrosão?



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 fria. Use TELA G preventivamente ou na recuperação. Oferecemos até 20 anos de garantia.



armadura protegida com TELA G
concreto
TELA G

(a) Instalação junto a armadura.
(b) Eletroquímica da proteção catódica

* Produto patenteado

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

otimizar os serviços e diminuir as emendas. Utilizou-se uma pequena torre sobre rodas, de modo a possibilitar o envolvimento do reforço nos 3m de altura da tubulação. Os trabalhos foram iniciados com a aplicação do primer epóxico FC após a secagem das superfícies, verificadas com medidor portátil de umidade. Com o tempo do toque livre obtido (impressão digital do dedo), procedeu-se a aplicação da primeira camada de tecido estrutural. Esta camada, a fibra de vidro estrutural ARMAGLASS NE, objetivou impedir possível processo

de corrosão galvânica do carbono com o aço. Subsequentemente, procedeu-se a aplicação das duas camadas de fibra de carbono, previamente calculadas. Após a aplicação final da última camada de epóxi estruturante FC, com a obtenção do tempo de toque livre, aplicou-se um top coat, à base de Epóxi Novolac, próprio para resistir à corrosão bacteriológica e também à abrasão.



www.ipacon.com.br

fax consulta nº 14



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análises.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Patricia Karina Tinoco** é engenheira civil, especialista em química e física da construção.

A MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL NASCEU DE UM MODELO INCOMUM.



É a perfeita combinação de materiais, resistência, simplicidade e adaptação às estruturas que necessitam de reforço, com total integração à realidade das obras.

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

ARMAGLASS
MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL
Diversos tipos. Uma adequada à sua obra.

Junta Evazote

A JUNTA EVAZOTE é resistente à ação mecânica e química. Ideal para ser aplicada em todo tipo de juntas de dilatação, tanto de pontes como de edificações. 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 e **NÃO PRECISA INJETAR AR.**



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

JUNTA EVAZOTE

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16

PRAZO DE
VALIDADE

CORROSÃO COBRA PEDÁGIO III

A FALTA DE VISÃO IDEOLÓGICA E DE POLÍTICA RESPONSÁVEL PARA MANUTENÇÃO DE PONTES E VIADUTOS OS TORNA INSEGUROS E PERIGOSOS. QUANDO TEREMOS UMA LEGISLAÇÃO QUE OBRIGUE GOVERNOS FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS A CUIDAREM, PERIODICAMENTE, DESTES PATRIMÔNIOS?

CORROSÃO



Carlos Carvalho
Rocha

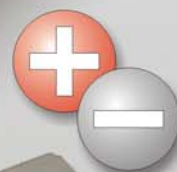
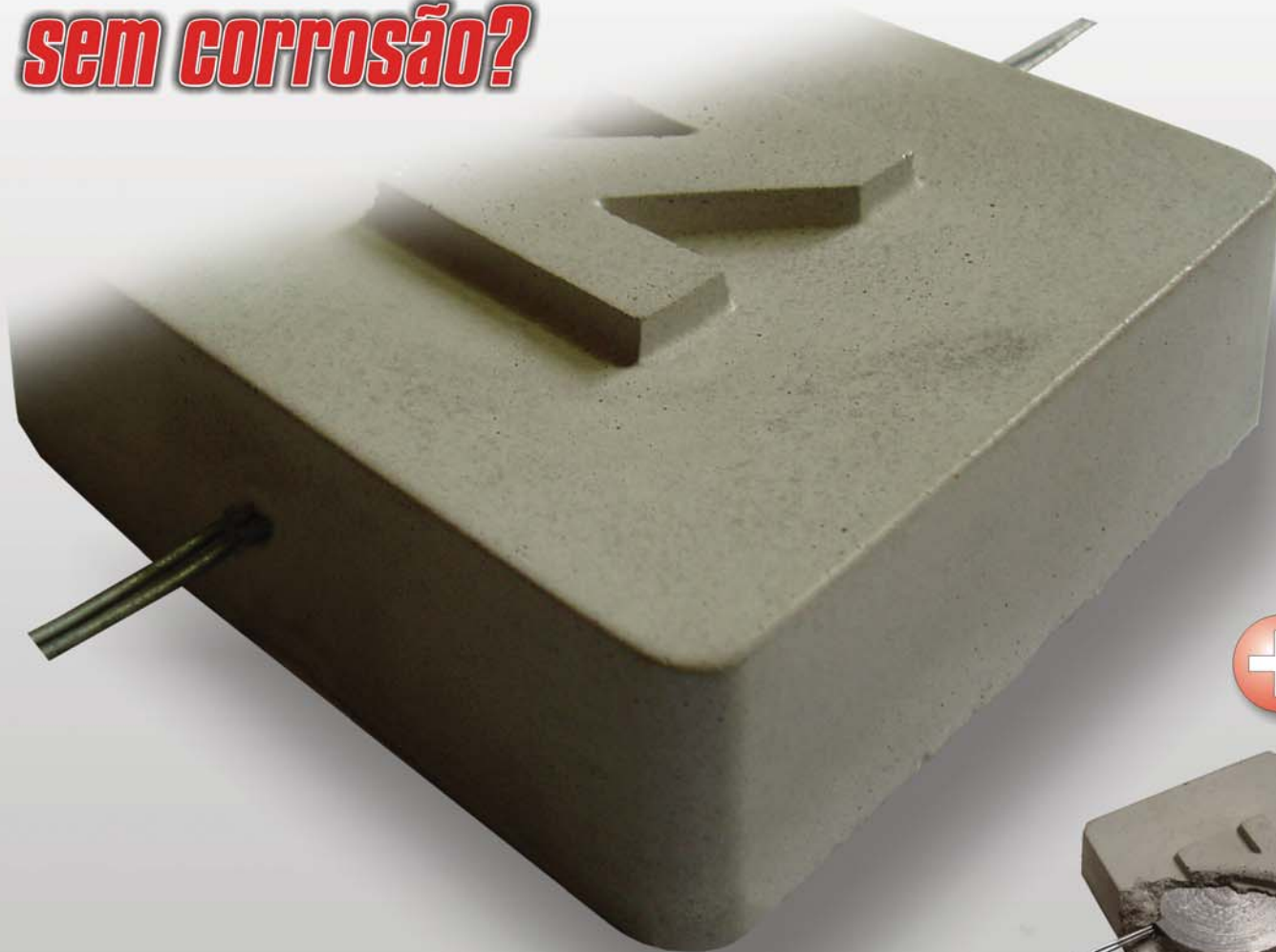
Megalópoles como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte fervilham 24 horas por dia, sete dias por semana, com milhões de cidadãos empreendendo, organizando, produzindo, servindo, transportando, comunicando, comprando e vendendo, num turbilhão de atividades de inimaginável diversificação.

Continua na pág. 22

Viaduto da Praça XV, no Rio de Janeiro: Descaso em todos os sentidos, juntas, estrutural, corrosão, estético etc. Como estará sua condição estrutural?



Concreto armado-protendido sem corrosão?



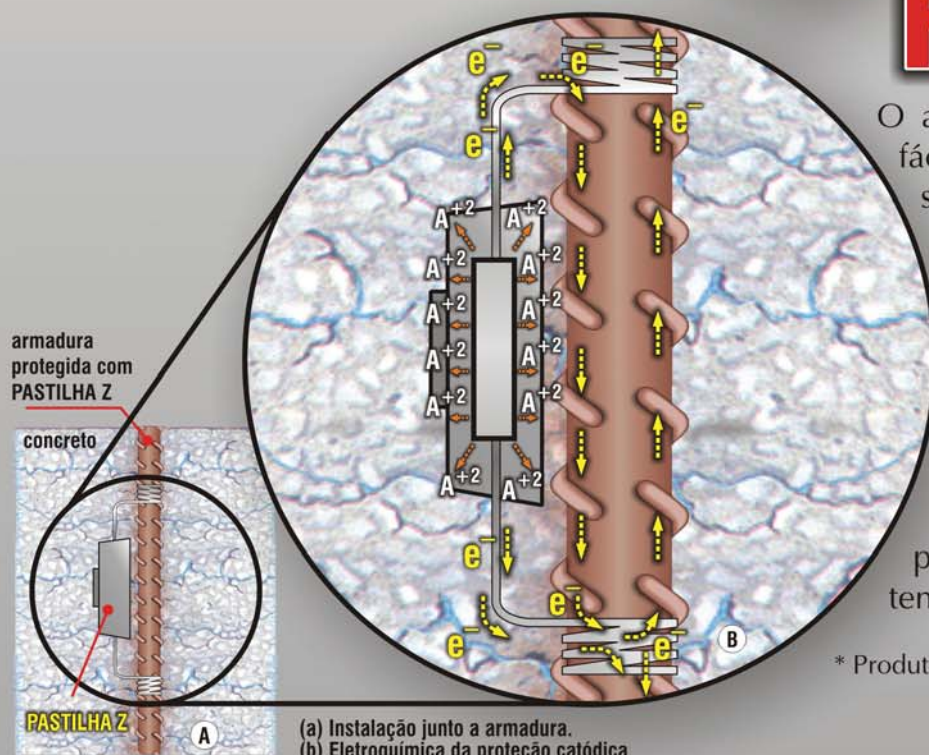
PASTILHA Z*

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

* Produto patentado

PASTILHA Z

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



(a) Instalação junto a armadura.
(b) Eletroquímica da proteção catódica

São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e outras metrópoles brasileiras estão parando, literalmente. Levantamento realizado pelo Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (SINAENCO), em diversos estados, apresentou a condição de algumas obras de arte que compõem a capenga malha viária dessas capitais.

Sabemos que a malha viária é insuficiente, que suas obras de arte carecem de manutenção efetiva, adequada e, acima de tudo, periódica. Estes trabalhos, quando ocorrem, baseiam-se, infelizmente, em sintomas terminais como deslocamentos, exposição de armaduras, juntas sem juntas etc.

Queremos novamente chamar a atenção das autoridades federais, estaduais e municipais para o excelente exemplo dado pelas autoridades federais norte-americanas, após o enorme transtorno e de vidas perdidas causado pela queda da ponte I-35, sobre o rio Mississippi, em Mineápolis, apresentado na edição nº 85 da Recuperar: Uma legislação que obriga governos federal, estadual e municipal a cuidarem de pontes e viadutos, de maneira periódica, com o estabelecimento de diretrizes de recuperação sérias e com recursos permanentes, tanto para monitoramento periódico quanto para diretrizes normativas de recuperação. Na edição anterior apresentamos o estado de algumas obras de arte na capital de São Paulo. Nesta edição, apresentaremos a condição de algumas delas no Rio de Janeiro.

O levantamento feito no Rio de Janeiro

Viaduto Paulo de Frontin



Ferragens expostas, eflorescências e vegetação crescendo nas juntas da estrutura mostram a degradação do viaduto. Como estará sua condição estrutural?



Nome: Elevado Engenheiro Freyssinet
Local: Rio Comprido
Dimensão: aprox. 4km (complexo viário, incluindo túnel Rebouças)
Data: 1971

ESTACA METÁLICA 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.



JAQUETA AG
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 18

Elevado da Perimetral



Nome: Elevado da Perimetral

Local: Praça 15 -
Praça Mauá - Av. Brasil
- Ponte Rio-Niterói

Dimensão: 5,5km

Data: décadas de 50/70



A Avenida Perimetral conhecida também como elevado da Perimetral é um sistema que liga o bairro do Caju até a região da Praça XV, no centro da cidade do Rio de Janeiro. Corta os bairros do Caju, parte de São Cristóvão, Santo Cristo, Gamboa e Saúde. É uma das mais importantes vias da cidade, permitindo o acesso à Avenida Brasil e à Ponte Rio-Niterói.



Constantes acidentes também contribuem para degradação da importante obra de arte.



FIO G[®] PROTEÇÃO CATÓDICA

O FIO G é um sistema de proteção catódica à base de corrente galvânica, adequado para interromper ou impedir processos de corrosão em qualquer estrutura de concreto armado/protendido. O FIO G é eletricamente ligado às armaduras, tipicamente quando inexistente camada de recobrimento. Desta forma, todo e qualquer processo de corrosão é impedido de ocorrer nas armaduras, mesmo virtualmente sem camada de recobrimento.

Situação comum: ausência da camada de recobrimento e corrosão nas armaduras da laje. Solução: proceder o corte do concreto junto às armaduras e justapor, lateralmente, o FIO G* amarrando-o a cada 10cm com arame comum. Laje protegida por muitos anos.

* Disponíveis do FIO G com vários diâmetros, adequado a todo tipo de armaduras e cabos de protensão.

SÓ COM FIO G[®] PROTEÇÃO CATÓDICA POR CORRENTE GALVÂNICA

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

Elevado do Joá



Nome: Elevado do Joá
Local: São Conrado/
 Barra da Tijuca
Data: 1970



Processos de corrosão para todos os gostos, em vigas, lajes e pilares, juntas destruídas, etc.



Sistema de drenagem interrompido pode provocar problemas de deslizamentos no talude.

Viaduto da Mangueira

Nome: Complexo de viadutos da Mangueira
Local: Mangueira
Data: 1974



Estrutura com armaduras expostas, erosão da base e moradias irregulares sob o viaduto são problemas flagrantes.



Problemas de infiltração e descolamentos da camada de recobrimento do concreto, além de vegetação crescendo entre as juntas de dilatação.



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

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.

Passarela para a Estação Ferroviária de São Cristóvão



Armaduras expostas e rompidas em grande parte da estruturas necessitam ação corretiva imediata.

Viaduto Ferroviário da 24 de Maio



Armaduras expostas em vigas de concreto, que apresentam eflorescências, trincas e fissuras em grande parte da estrutura necessitam de atenção.

Metrô - Linha 2



Nome: Metrô - Rio, Linha 2
Local: Estação Triagem/Maria da Graça
Data: 1981/1983



Corrosão nas armaduras, escadas com ocupação irregular e falta de manutenção agravam os danos estruturais, que exigem rápida atuação do poder público.

Canal do Leblon



Buracos tanto no passeio quanto na estrutura de contenção do canal, trazendo riscos aos transeuntes e de desmoronamento do talude.

Nome: Canal do Leblon
Local: Rua Visconde de Albuquerque
Data: 1920



Buracos que posicionam uma junta de dilatação esquecida, sinais de corrosão em algumas peças estruturais.

Carbonatação se diagnostica com Lapis PH

Lápis medidor de PH para Superfícies de Concreto

LÁPIS PH
Tele-atendimento (0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 21

fax consulta n° 22

RECUPERAR
CONSULTA

Para ter mais informações sobre Corrosão.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Levantamento do SINAENCO, www.sinaenco.com.br.

www.ipacon.com.br

Qualidade Presente Garantindo o Futuro



Grupo Falcão Bauer

Laboratório Credenciado pelo INMETRO

Tel.: 11 3611-0833

www.falcaobauer.com.br
bauer@falcaobauer.com.br

Com mais de 50 anos de atividades, as empresas do Grupo Falcão Bauer prestam serviços de calibração de equipamentos, controle de qualidade e ensaios para uma grande variedade de materiais e produtos da indústria em geral, da construção civil, automotiva, de bens de consumo, brinquedos, dentre outros segmentos. Prestamos também serviços de consultoria nas áreas de engenharia civil, recuperação de estruturas, qualidade, meio ambiente e para a indústria petroquímica e de petróleo.

- 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.

PREJUÍZOS COM A UMIDADE EM PISOS DE CONCRETO

ENTENDA COMO CONTROLAR UM DOS PIORES INIMIGOS DOS PISOS DE CONCRETO E SUAS CONSEQUENTES MANIFESTAÇÕES QUE, USUALMENTE, CAUSAM PROBLEMAS DE ORDEM JUDICIAL.

ANÁLISE



Mariana Tati

Aqui no Instituto de Patologia da Construção – IPACON convivemos frequentemente com problemas trazidos por empresas, tanto as que executam pisos de concreto quanto os próprios clientes, reclamando de patologias em seus pisos. Muito já se escreveu sobre patologias em pisos de concreto, particularmente em pisos industriais, provocadas por umidade, seja causando deterioração e descolamento de pinturas epóxicas ou laminados vinílicos, seja por traumas provocados por escorregamentos seguidos de queda, formação de bolhas etc. Entender a umidade, particular-

mente a que aparece em pisos de concreto é fundamental para se projetar qualquer tipo de revestimento a ser aplicado posteriormente. Dicionários nos dizem que umidade significa qualidade ou estado de úmido, estado de pouco ou totalmente molhado. Quer dizer, presença d'água, seja no estado de vapor ou líquida. O propósito desta matéria e das subsequentes que apresentaremos é explicar como se deve controlar a umidade em pisos de concreto, de modo a evitar consequentes danos e prejuízos que chegam a milhões de reais, por ano, no Brasil, além de uma enorme

quantidade de problemas de ordem jurídica entre empresas que aplicam revestimentos em pisos e seus clientes.

GLOSSÁRIO

Absorção de umidade – concreto, madeira, plásticos, adesivos, praticamente todos os materiais absorvem umidade do ar, ou seja, água no estado de vapor.

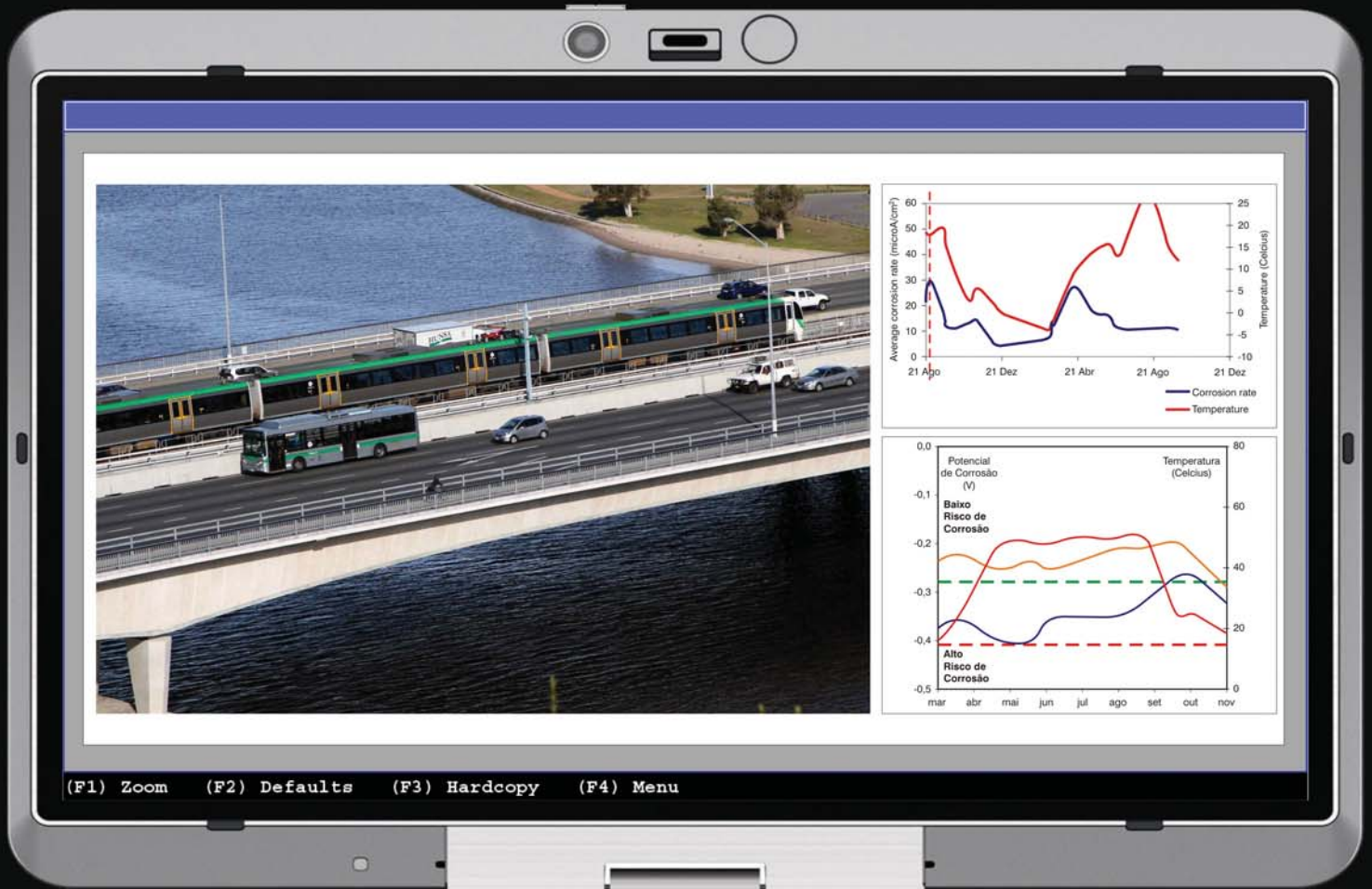
Gradiente de umidade – teor de umidade medido entre as regiões interna e externa do concreto causada pela absorção ou perda de umidade.

Equilíbrio da umidade – condição na qual o teor de umidade do concreto fica em equilíbrio com a umidade do ar que a circunda.

Continua na pág. 30

RECUPERAR • Março / Abril 2009

MONITORAMENTO EM ÁREAS MAIS REMOTAS 24 HORAS POR DIA?



As fontes de umidade

Pisos de concreto, situados ao nível da rua ou abaixo, ficam quase invariavelmente submetidos a processos ou fontes de umidade, tanto naturais quanto artificiais.

As fontes de umidade naturais

Chuvas e água do solo

A ocorrência de chuvas antes, durante e depois de concretagens de pisos provoca ou desencadeia gradientes de umidade. Muito frequentemente, também o solo apresenta nível d'água freático extremamente alto, ou seja, quase junto ao piso, fazendo com que o subleito e sua sub-base fiquem saturados, dificultando o processo de compactação e, pior, ativando o processo de ação capilar, através do subleito, devido às forças de adesão, coesão e tensão superficial. Para situações como esta, torna-se necessária a abertura de valas periféricas profundas e a instalação de drenos em torno da obra e/ou aplicar uma camada de brita nº 1 ou pedrisco, com espessuras de 5 a 10cm sobre a lona. A instalação deste "colchão" de brita sobre a lona retardadora de vapor, para evitar que seja rasgada, pode virar fonte de umidade caso chova ou umedeça muito antes da concretagem. Curiosamente, o normativo ACI 302's (Guia para construção de pisos e lajes de concreto), recomenda a instalação deste "colchão" sobre a lona. Já o normativo ACI 302 não o recomenda, caso se vá pintar ou revestir o piso de concreto. De qualquer maneira, sub-base granular e camada de brita 1/pedrisco não interferem com a livre movimentação do vapor d'água através do piso de concreto. A solução continua sendo



Secagem adequada do piso, antes da aplicação de qualquer revestimento é imperioso, assim como sua checagem através do teste TVA-OK.

uma boa lona ou geomembrana sob o piso de concreto. A presença de chuvas e camadas de solo mais superfícies pouco permeáveis, também são fatores que incrementam fontes de umidade. Atenção, pois, nas sondagens do terreno.

Pressão hidrostática

Quando o piso de concreto fica situado abaixo do nível da rua, ou melhor, quando o nível d'água do solo, do lado de fora da futura estrutura, situa-se mais alto que o seu piso mais inferior, haverá pressão hidrostática. Para tanto, dever-se-á instalar um sistema



Boas barreiras contra o vapor, hoje, são fundamentais.

de drenagem periférico à obra, de modo a remover a pressão hidrostática que certamente aparecerá. De um modo ou de outro,



O problema em pisos epóxicos começa localizado. Logo, logo torna-se disseminado. A solução é o **TVA-OK**



O problema resume-se em manchas, bolhas e deslocamentos. Enfim, o piso epóxico que você aplicou logo, logo estará comprometido. Por quê? A questão resume-se em um teste obrigatório que deveria ter sido feito antes da aplicação da pintura: o teste da transmissão de vapor d'água (TVA), conforme recomenda a norma ASTM F1869-98.

Sem o TVA-OK todo o seu investimento poderá estar sofrendo com as tensões originadas pela saída do vapor d'água de piso de concreto. Só o TVA-OK identifica o maior causador de problemas em pisos epóxicos. Não arrisque mais. Faça hoje mesmo o TVA-OK.

CPV-4

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 31

é muito comum dimensionar-se pisos de concreto armado com toda uma gama de produtos impermeabilizantes atuando no lado positivo ou negativo, de modo a combater a ação da pressão hidrostática sob o futuro piso. O normativo ACI 515 dá todas as dicas necessárias para tal. Há situações em que, como o piso receberá pintura epóxica ou revestimento vinílico, opta-se ainda por construir um outro piso, mais fino, de concreto armado, sobre o primeiro, de modo a quebrar ou impedir a ação do vapor d'água, fazendo com que seja dissipado ao longo daquela interface, de modo a não comprometer o futuro revestimento.

Osmose

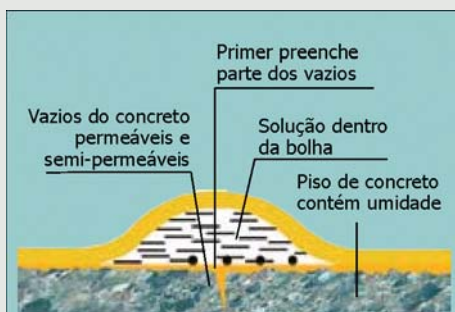
Este fenômeno ocorre quando água líquida, vinda do subleito/sub-base, percola pelo piso de concreto e promove bolhas no revestimento. Osmose é o movimento de um fluido (usualmente uma solução aquosa com grandes concentrações de solutos,

GLOSSÁRIO

Indicador de umidade – instrumento usado para medir o teor de umidade.

Propriedades de resistência à umidade – todo material isolante deve ter propriedades relativas ao percentual de absorção d'água, em volume, baseado na norma ASTM C272 e transmissão de vapor d'água médio, em perm-cm, com base na norma ASTM E96.

ACI – American Concrete Institute.



Neste corte verifica-se a presença de bolha na superfície do concreto protegido por revestimento epóxico.



(a) - A pressão gerada pelo vapor, presente no piso, atua na película epóxica ainda jovem, induzindo a formação de bolhas.

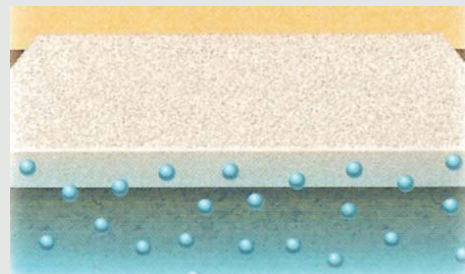
(b) - Para se assegurar que a umidade na superfície do concreto é menor que 3%, utiliza-se o teste TVA-OK.

geralmente diversos sais) que passam, com pressão, através de membranas semipermeáveis, fazendo com que as concentrações desses sais se equalizem. O movimento da solução, através dessas membranas, é patro-

cinado pelas forças que tendem a equalizar as concentrações dos sais dissolvidos em seus dois lados. O resultado são bolhas, que aparecem em pisos epóxicos ou vinílicos cheios de líquidos salinos, sob pressão, geralmente com diâmetro variando entre 5 e 50mm e com alturas diversas. Pesquisadores afirmam que o próprio concreto atua como uma membrana semipermeável, fazendo com que, em um lado da membrana ou da pilha osmótica, haja água pura, proveniente do solo, e a outra metade da membrana ou da pilha osmótica contenha um pequeno volume de solução salina, altamente concentrada, contida ou pressurizada sob a forma de bolhas no piso epóxico/vinílico, que serve de revestimento para o piso de concreto.

O vapor proveniente do subleito/sub-base

Usualmente, poder-se-á ter umidade relativa (UR) próxima a 100% no conjunto subleito/sub-base, de maneira constante,



Presença de grande quantidade de vapor sob o piso industrial: problemas no revestimento.

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 profundido. 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 n° 32



Pisos de concreto sem patologias são difíceis de se conseguir. Todo cuidado é pouco no projeto e execução.

seja pelo nível alto da água freática do solo, seja pela permeabilidade das camadas mais superficiais do solo e a presença de chuvas. O fato é que uma parte da alta UR sob a lona/geomembrana retardadora de vapor se dissipa através dela, seja por difusão, seja por evaporação, atingindo o piso de concreto. Assim, a manutenção da alta UR, quase sempre próxima a 100%, é reabastecida pelo mecanismo acima citado, considerando-se que este fluxo ou gradiente de UR vai sempre da maior UR, situada abaixo do piso de concreto, para a menor UR presente no ambiente acima, no interior da edificação. No entanto, de acordo com medições efetuadas a pressão, promovida pelo fluxo de vapor úmido à temperatura de 23°C com 100% de UR, é

de apenas 1,4kPa, ou seja, bem abaixo da resistência promovida pela colagem dos epóxios e dos adesivos dos pisos vinílicos. Portanto, chega-se a conclusão de que a maioria dos danos em pisos epóxicos/vinílicos deve-se a alta UR, associada ao acúmulo deste fluxo de vapor contido e também à contribuição do alto pH da superfície do concreto.

A UR do ambiente de trabalho

Todos sabemos que o concreto absorve, exala e transpira umidade. A umidade do ar, imediatamente acima da superfície do piso de concreto, fica em permanente troca com a umidade presente na sua superfície. Amostras de concreto colocadas em um am-

GLOSSÁRIO

Soluto – produto que se dissolve em um solvente. Atentar para sua espécie.

Concentração – conteúdo de um componente que faz parte da solução que adentra nos capilares do concreto. Exerce influência pronunciada nas reações químicas lá presentes. Indica a quantidade que determinado componente aparece na solução. A concentração comum é o cociente da massa do soluto (em gramas) pelo volume da solução (em litros)..

Umidade relativa – relação entre a quantidade de vapor d'água presente em determinado local e a existente na atmosfera saturada a uma determinada temperatura, expressa em porcentagem.

Difusão – ocorre com o resultado da falta de homogeneidade do sistema, isto é, quando diversas regiões do concreto possuem diferentes soluções em seus vazios ou que contenham a mesma, mas com diferentes concentrações, o que provoca um aumento no gradiente da concentração. A difusão é diferente da condução elétrica em que íons positivos e negativos movem-se na mesma direção. Sob o efeito da corrente, movem-se em direções opostas. Relaciona-se ao coeficiente de difusão, que indica o número de íons que se difundem através de uma seção da solução (1cm²) por segundo a um gradiente de concentração igual a um. Refere-se à mistura e ao transporte de íons, devido ao inerente movimento existente em cada uma destas partículas.

1kg/cm² – 100kPa.

Ponto de orvalho – temperatura na qual ocorre a condensação do vapor d'água. Temperatura na qual o ar fica saturado.

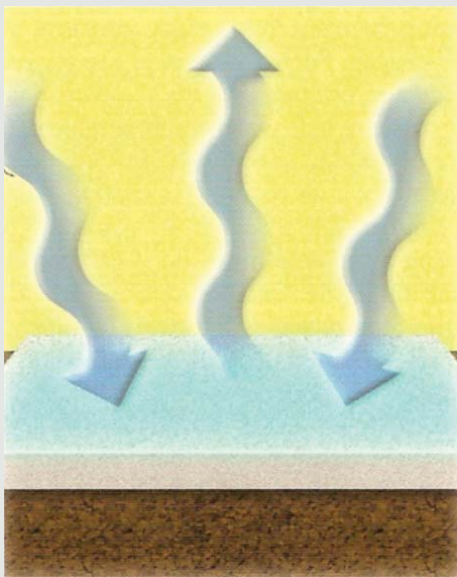
biente com 50% de UR terão, certamente, uma umidade interna relativa de 50%. Muito embora possa demorar algum tempo para obter-se este equilíbrio. Estudos realizados confirmam que, na prática, independentemente das condições de cada local, difícil-

DURO 10

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 33

Endurecedor de pisos

é a solução. É incolor, inodoro e não polui a natureza, pois é à base d'água. Quando penetra na superfície do concreto ou de paredes emboçadas, torna-se extremamente duras, densas e praticamente impermeáveis. Com este simples tratamento, cessam a poeira e as marcas de pneus, incrementando no piso enorme resistência química a uma grande quantidade de ácidos e bases de baixa concentração. A composição do **DURO 10** tem novas substâncias que, antes de proceder o endurecimento da superfície, promovem a limpeza dos poros do concreto. Uma nova composição para a antiga fórmula de endurecer pisos.



A umidade relativa do ar acima do piso atua como fonte de umidade no interior do concreto.

mente toda a espessura do piso de concreto fica em equilíbrio com a UR do ambiente de trabalho. É de boa prática, portanto, antes de aplicar qualquer revestimento, induzir a secagem do piso do concreto para um patamar abaixo de um determinado nível da umidade interna do ambiente. De modo geral, trabalhamos e vivemos com uma UR situada entre 70 e 90%. Assim, quando se necessitar secar um piso de concreto, com um determinado nível de UR interna, o ar acima do piso deverá ser conduzido para



Pisos de tanques industriais exigem projetos bem sofisticados tanto para impermeabilidade quanto para corrosão, surgência de bolhas etc...

uma UR bem menor que a desejada para o piso. Fica claro, portanto, que muitas das vezes, devido à determinada umidade presente, pisos de concreto não ficam aptos para receber revestimentos.

Ponto de orvalho

Pisos de concreto podem ficar submetidos a dois tipos de condensação, devido ao ponto de orvalho, dependendo das temperaturas

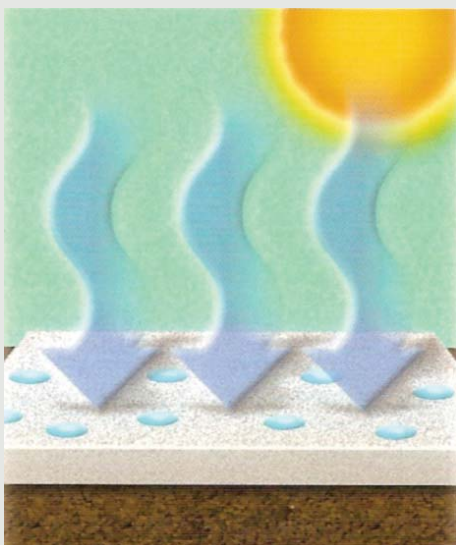
presentes no piso e no ambiente. Se a temperatura da superfície do piso de concreto estiver mais fria que a temperatura do ponto de orvalho do ambiente, haverá condensação de umidade sobre o piso. Se for um piso de concreto bem acabado, liso e pintado, porém frio, devido às noites de inverno ou quedas de temperatura, ficará, naturalmente, escorregadio por causa do “suadouro” que aparecerá na superfície, tipicamente devido à entrada de ar quente e úmido dentro da



CONTROLE DA CORROSÃO e PROTEÇÃO CATÓDICA

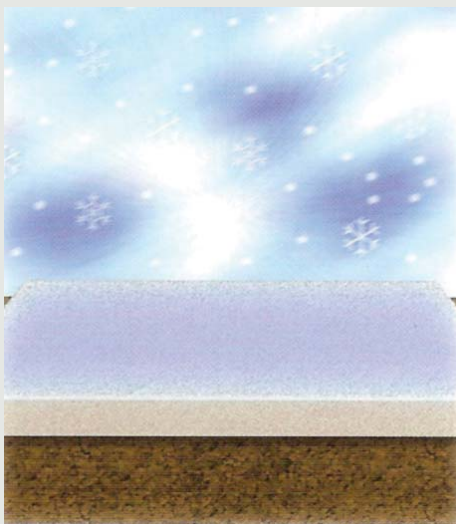
- ✓ Staff certificado pelo NACE.
- ✓ Análise do estado de ruína.
- ✓ Projetos de proteção catódica.
- ✓ Produtos para proteção catódica.
- ✓ Instrumentos para inspeção.
- ✓ Tanques e tubulações.
- ✓ Anodos.
- ✓ Seminários para treinamento.
- ✓ Formulação de especificações.
- ✓ Pesquisa e desenvolvimento.

Tels: (21) 3154-3255
Fax: (21) 3154-3259
www.ipacon.com.br
atendimento@ipacon.com.br

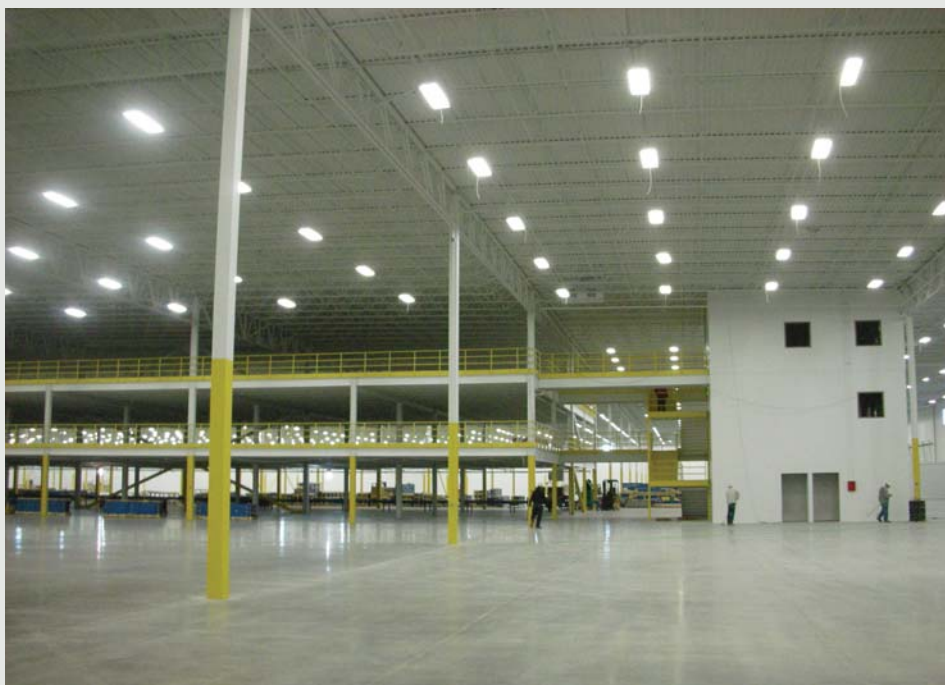


O suadouro ocorre quando o ar quente e úmido faz contato com o piso frio. Se a temperatura da superfície do concreto for menor que a temperatura do ponto de orvalho do ar, ocorrerá condensação na superfície do piso.

edificação. Pisos de concreto sem acabamento eletromecânico e sem aquele liso característico costumam absorver o efeito



Imagine um ambiente industrial que apresenta alta umidade relativa interna. Se este ambiente for refrigerado pelo ar condicionado, certamente haverá condensação na superfície do piso.



O controle da umidade relativa interna do ambiente industrial, além de sua temperatura é extremamente importante.

da condensação, não apresentando o tal “suadouro”. Um segundo tipo de condensação ocorre devido ao ponto de orvalho, quando o piso de concreto apresenta alto teor de umidade, tipicamente de pisos sem lona retardadora de vapor e com nível freático alto no solo e é resfriado fortemente devido à ação do ar condicionado.

Na próxima edição apresentaremos as interessantes fontes de umidade artificiais em pisos de concreto.



fax consulta nº 34



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Mariana Tati é engenheira civil e trabalha no repairbusiness na área de monitoramento.
- Techbrief - Protocol to identify incompatible combinations of concrete materials. Publication n° FHWA-HRT-06-082 U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.
- R.A. Helmuth, L.M. Hills, D.A. Whitting, S. Bhattacharja, “Abnormal Concrete Performance in Presence of Admixtures.” PCA serial number 2006. 1995.
- C.F. Ferraris, “Measurements of the Rheological Properties of Cement Paste: A New Approach.” Conference on Role of Admixtures in High Performance Concrete sponsored by Cementos Mexicanos, S.A. (CEMEX), March 21–26, 1999. Monterey, Mexico. Rilem Publications S.A.R.L., Cabrera, J.G., Rivera-Villarreal, R.R., Editors, pp. 333–342, 1999.
- C.F. Ferraris, J.M. Gaidis, “The Connection Between the Rheology of Concrete and the Rheology of Cement Paste.” ACI Materials Journal, 88(4), pp. 388–393. 1992.



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

CONTAMINAÇÃO DE SOLO?

O segredo de todo processo de tratamento de solos contaminados por solidificação/estabilização (SS) está no uso de resinas poliméricas, específicas para cada tipo de contaminante, que garantem a hidratação do grout cimentício que fará o confinamento e/ou o encapsulamento do volume contaminante.

Possuímos experiência necessária para o seu problema, tanto para solos argilosos quanto arenosos. Consulte-nos.

SOLIDIFICAÇÃO/ESTABILIZAÇÃO

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 02

GLOSSÁRIO

Solubilidade – capacidade de uma substância de se dissolver em outra. Esta capacidade, no que diz respeito a dissolução de um sólido em líquido é limitada, ou seja, existe um máximo de soluto que podemos dissolver em certa quantidade de um solvente.

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

Soluto – produto que se dissolve em um solvente. Atentar para sua espécie.

Solvente – material que dissolve o soluto. O mais comum é a água.

possam garantir o processo de hidratação do cimento, tanto para cercar massas contaminantes quanto para encapsular sua matriz.

No boxe apresentado na página 6, apresentamos informativo a respeito do uso de aditivos e resinas que, no fundo, ga-



O SS é um eficiente processo de tratamento de solos contaminados, já que elimina a necessidade de sua perigosa remoção. Testes posteriores com piezômetros de tubos abertos informam a eficiência do tratamento.

Os agentes duplos

Embora grouts cimentícios com base no cimento portland, por si só, sejam efetivos agentes solidificantes, o uso de determinados aditivos e resinas, cujas formulações são segredos de cada empresa especializada em tratamento de solos contaminados, melhoram, otimizam e garantem a realização das frágeis reações de hidratação do cimento portland, em meios poluídos. Sua inclusão no tratamento, invariavelmente se faz, inicialmente, injetando determinada resina com viscosidade próxima a da água, no solo, de modo a garantir o acesso posterior do grout de um determinado tipo de cimento portland com elevada viscosidade, podendo ultrapassar, facilmente, duas mil vezes a viscosidade da água. Para o caso de solos argilosos, orgânicos ou não, sua função será

de fraturá-los, em torno do furo, utilizando-se pressões elevadas, de modo a interligar-se com os furos vizinhos. Esta estratégia garante a impermeabilidade neste tipo de solo ao criar uma verdadeira “planta com folhas”, que se entrelaçam de furo para furo. Segundo, com a injeção posterior do grout cimentício, as reações de hidratação do portland ocorrerão ao longo destas “folhas”, de acordo com as regras da resina anteriormente injetada, estabelecendo um ambiente totalmente compatível, e por que não dizer, saudável para o portland. Isto porque, quando o solo contaminado apresenta-se saturado, partículas de cimento portland também utilizam esta água, lá presente, para terminar seu processo de hidratação, já que o processo de sedimentação de suas partículas é inevitável antes da

pega. Se na massa contaminada do solo houver substâncias que interfiram com a natural dispersão e a conseqüente pega do portland, um “abraço” mortal ocorrerá, já que trata-se de água contaminada. O uso de aditivos específicos no grout cimentício poderá ter a função de absorver água. Ao absorvê-la, também o fará com os metais e substâncias orgânicas, como foi apresentado no estudo de Conner, intitulado “Chemical Fixation and Solidification of Harzardous Wastes”. Poderá, também, reagir com o hidróxido de cálcio, fartamente liberado durante as reações de hidratação do portland utilizado, de modo a formar outras substâncias aglomerantes, podendo ter estruturas espaciais sólidas, incrementando rigidez e impermeabilidade à massa contaminante.

IPACON
Instituto de Patologias da Construção

ANÁLISES LABORATORIAIS

- 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.

ANÁLISES LABORATORIAIS

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

rantem o sucesso da SS, razão pela qual suas fórmulas são segredos guardados a sete chaves.

De um modo geral, o sucesso do tratamento com SS envolve as seguintes etapas:

- Controle do excesso de acidez por reações de neutralização.
- Se necessário, destrói complexos formados por metais, controlando também reações de oxidação.
- Converte espécies químicas solúveis em insolúveis (estabilização).
- Estabelece processos de solidificação.



Evidentemente, poder-se-á questionar a permeabilidade dos grouts cimentícios empregados para impedir o fluxo freático ou de aquíferos. No entanto, a técnica SS, sendo um Permeation Grouting, emprega pressões elevadas, estabelecendo condições de impermeabilidade ao longo de toda profundidade tratada, impedindo fluxos gradientes com pressões muito, mas muito inferiores. A questão, portanto, não é o grau de impermeabilidade do grout ci-

Particularidades do SS

- Produz uma massa sólida.
- Diminui substancialmente a área superficial contaminante.
- Limitação da solubilidade do contaminante.

A análise da efetividade do tratamento pode ser feito com a instalação de piezômetros antes e após.



O grande perigo do processo de contaminação, sob tanques industriais, é uma realidade, particularmente quando há fortes aquíferos na região.

mentício empregado, são as condições que o Permeation Grouting ou SS impõem em torno dos furos de tratamento, estabelecendo condições de estanqueidade, devido à penetração (permeation) através da massa do solo, usualmente abrindo-a ou craque-

ando-a com o uso de elevadas pressões de bombeamento, que chegam a 30kg/cm². Sob estas condições, solos arenosos, siltosos, argilosos e misturas, o que é mais comum, contaminados ou não, tenham sua permeabilidade reduzida ou neutralizada,

Problemas com fundações? Recalques?

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

Problemas de recalque
são facilmente resolvidos
com **COMPACTION GROUTING.**



Tanques em zonas portuárias. Inevitáveis processos de contaminação no solo, submetido às condições da maré.

pois as pressões de percolação natural do aquífero, ao longo de sua profundidade, jamais chegarão às empregadas pela SS.

A interação do portland com resíduos químicos contaminantes inorgânicos

Massas contaminantes, orgânicas ou inorgânicas, presentes no solo, a qualquer profundidade, não são difíceis de caracteriza-

ção. Por outro lado, há diversos tipos de cimento portland que, bem empregados na formação do grout combinam, de modo a tornar estas massas insolúveis. Geralmente, quando metais são convertidos em carbonatos, hidróxidos, silicatos ou sulfetos, invariavelmente acabam por formar precipitados de baixíssima solubilidade, neutralizando o perigoso processo de lixiviação fomentado por aquíferos. É bem sabido que os hidróxidos dos silicatos de cálcio

(HSC) formam a base do cimento portland, chegando a cerca de 80% em sua composição. Na literatura mundial, uma boa pesquisa é o trabalho denominado “Fixação de íons metálicos no cimento portland” escrito por Bhatti, durante o “4th Proceedings National Conference on Hazardous Wastes and Hazardous Materials” de 1987. Neste trabalho explica-se, de maneira fácil, a interação do HSC com espécies químicas contaminantes como o cádmio, cromo,

CHECAGEM DA CONTAMINAÇÃO DO SOLO?

Com o nosso Radar checamos todo tipo de contaminação do solo.

A propagação de ondas eletromagnéticas de frequência específica, através do solo, com a reflexão obtida, por características do material contaminante, permite a obtenção de dados suficientes para um diagnóstico preciso. Pulsos eletromagnéticos, de forte intensidade, são gerados na unidade de controle e enviados para a antena emissora. A onda incidente, parcialmente refletida nas interfaces entre camadas distintas, garante contrastes entre propriedades dielétricas do solo.

Suspeita ou levantamento do estado de contaminação? Fale conosco.

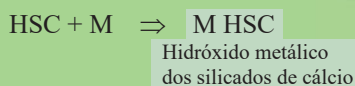


CONTAMINAÇÃO DO SOLO

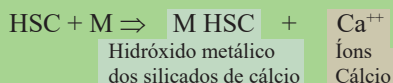
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 05

chumbo, mercúrio e o zinco, através de um dos seguintes mecanismos:

- Imobilização por reações de adição (M é o íon metálico)



- Imobilização por reações de substituição (M é o íon metálico)



- Estudos com difração do raio-X indicaram outros componentes provenientes de diferentes reações, todas com imobilização dos metais presen-

Interações do Portland com resíduos químicos orgânicos contaminantes

Tratamentos de SS, apenas com grouts cimentícios do portland, ficam comprometidos, caso a massa contaminante contenha resíduos químicos perigosos e/ou resíduos orgânicos na forma de líquidos com teores superiores a 1%, já que interferem com o processo de SS, conforme mostra o estudo de Conner. Duas estratégias de tratamen-



Contaminação do solo imediatamente abaixo da laje radier de um tanque que estocava alcatrão. Repare a laje radier cortada como referencial.



IPACON
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

GEOTECNIA

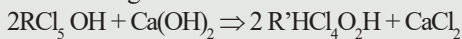
- PDA - Prova de Carga Dinâmica (NR-13208).
- PIT - Ensaio de Integridade.
- Prova de Carga Estática (sapatas e estacas).
- Controle de Recalques.
- Acompanhamento Técnico da Execução.
- Ensaios CPT-CPTU/PIEZOCONE (medida de pressão neutra).
- Ensaios DMT - "Dilatômetro de Marchetti".
- Ensaios "Vane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

to são sugeridas com SS, para estas situações:

- Proceder cortinas estanques, em torno da massa orgânica contaminante, impedindo o fluxo do aquífero de penetrar na massa contaminante.
- Fazer o tratamento utilizando resinas compatíveis com o portland, que promovam as reações da hidratação de maneira rápida e independente do contato com a massa contaminante.



Substâncias orgânicas perigosas, uma vez presentes no solo, reagem estabelecendo situações muito particulares. De um modo geral, ao se introduzir diversos tipos de resíduos orgânicos perigosos, sob condições de pH específico, viabiliza-se sua diluição com a água. Por exemplo, a quebra de substâncias organocloradas contaminantes no solo pode ser viabilizada através de hidrólise, onde R e R' são os resíduos orgânicos:



Alguns sais de cálcio, menos solúveis do que determinados resíduos orgânicos, reduzem drasticamente a solubilidade do contaminante.

A geotecnia do Permeation Grouting como passaporte para tratamentos contaminantes

Pouquíssimo se sabe sobre o uso de tratamentos efetivos de contaminação com SS no Brasil. Há, no entanto, trabalhos acadêmicos super interessantes publicados que podem e devem ser pesquisados, entre eles a “Avaliação da integridade e da retenção de metais pesados em materiais estabilizados por solidificação” de André Brito e Sebastião Soares, ambos da Universidade da Paraíba assim como “Estabilização por solidificação de solo residual contaminado por hidrocarbonetos”, de Karla Heineck da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. No entanto, o que muito se fez de estabilização com Permeation Grouting. Permeation Grouting é uma técnica geotécnica

de tratamento de solo, caracterizado pela injeção, sob pressão, de resinas e grouts cimentícios em solos, tanto granulares como argilosos. Para o segundo tipo, naturalmente, induz-se seu fraturamento para adicionar características de estabilização.

Regulamentação e normas para o tratamento de SS

Basicamente, todas as normas e regulamentações sobre solos poluídos começaram a ser estabelecidas no início dos anos 70, nos EUA, com o Ato da Saúde e Segurança Ocupacional, entrando como emenda no ato Federal de Controle da Poluição da Água, em 1972, que idealizou o Ato de Potabilidade da Água, em 1974, juntamente com o Ato de Controle de Substâncias Tóxicas, em 1976, na tentativa de resolver, indiretamente, o já sério problema de uma infindável quantidade de terrenos reconhecidamente contaminados com lixo tóxico. Finalmente, neste mesmo ano, estabeleceram as bases para o Programa Nacional de Regulamen-

Como resíduos contaminantes podem interferir com a SS

É bem documentada a interface de resíduos químicos perigosos com as reações de hidratação do cimento portland, geralmente através do exame do efeito da interferência com seus componentes individuais. De um modo geral, todo resíduo inorgânico contaminante é estabilizado com o tratamento SS. Alguns metais pesados, entretanto, como zinco, estanho e o chumbo, uma vez presente na massa contaminante, atuam como retardadores nas reações de hidratação do

portland. Resíduos à base de ferro e cloreto de cálcio atuam como aceleradores. Resíduos alcalinos, com baixa concentração, aceleram as reações de hidratação. A presença de resíduos na forma de sulfatos, por sua vez, destroem as reações de hidratação do portland. A presença de resíduos com grupos hidroxilas, atuam como retardadores e até como dispersantes. O açúcar e ácidos como o cítrico, glucônico e o adípico entram como potentes retardadores nas reações de hidratação do

portland. Algumas estratégias, com o emprego de hidrocarbonetos clorados, uma vez injetados em massas rígidas contaminantes no solo podem desestabilizá-las, permitindo sua análise e o conseqüente tratamento. O trabalho “Interference Mechanisms in Waste Stabilization/Solidification Processes”, pertencente ao U.S. EPA HWERL, EPA/600/S2-89/067 esmiúça bem a interferência de substâncias orgânicas e inorgânicas com o tratamento SS.

O assassino da Reatividade Alcali-Sílica (RAS)



RENEW
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 06

tação da Disposição de Resíduos Tóxicos com o “Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)” que, hoje, serve de normativo tanto para a geração como manuseio, tratamento e disposição de resíduos tóxicos. Mais recentemente, em 1984, o congresso americano promoveu uma forte emenda ao RCRA, através do Hazardous and Solid Waste Amendments (HSWA), restringindo enormemente a disposição de resíduos tóxicos não tratados, principalmente na forma líquida. Dentro do HSWA e também do RCRA, encontram-se tecnologias específicas de tratamento de solos contaminados, baseadas na performance do “The Best Demonstrated Available Technology (BDAT)” para tratamento de resíduos tóxicos, onde se insere o tratamento SS. Com relação ao uso do cimento portland, poder-se-á utilizar um dos cinco tipos de cimento, cada um feito para um fim específico, analisado-os através das normas brasileiras específicas.



fax consulta nº 07



Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Thomas Kim** é engenheiro civil e trabalha no repairbusiness.
- American Society for Testing and Materials. 1995. Standard Test Method for Leaching Solid Material in a Column Apparatus: D 4874 – Philadelphia.
- Environmental Protection Agency. 1991. Solidification/Stabilization use at superfund sites. EPA-542. Washington.
- Heineck, K.S. (2002) “Mechanical and hydraulic behavior of new geotechnical materials”. Ph.D. Thesis, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. (in Portuguese).
- Knop, A. 2003. Encapsulation of contaminated soils by hydrocarbons. M.Sc. Thesis, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. (in Portuguese).
- Mayers, T.E., Eappi, M.E. 1992. Laboratory evaluation of stabilization solidification technology for reducing the mobility of heavy metals in New Bedford Harbor superfund site sediments stabilization of hazardous radioactive and mixed wastes, 2nd ed. ASTM publication, Philadelphia, 304 pages.
- U.S. Army Corps of Engineers. 1995. Tractability Studies for Solidification/ Stabilization of Contaminated Material, Technical Letter Nº 1110-1-158, Washington.
- P.E.I Associates Inc. 1988. Handbook of Underground Storage Tank Safety and Correction Technology, Hemisphere Publishing Corporation, Washington.



Existe uma forma mais inteligente de detonar uma estrutura ou rocha.



DEMOX CIMENTO EXPANSIVO

DEMOX é um revolucionário cimento extremamente expansivo, ideal para corte de rochas e concreto. Age em função da dilatação de seu volume, exercendo nas paredes do furo força superior a 8.000kg/m², provocando fraturas no material. DEMOX é um produto altamente ecológico, pois além de não ser explosivo, não produz gases e resíduos nocivos. Seu campo de ação é, praticamente, ilimitado. Serve para romper, cortar ou demolir rochas, concreto, concreto armado e situações onde, por razões de segurança ou preservação do meio ambiente, o uso de explosivos não seja possível.

Pode ser usado para a execução dos seguintes trabalhos:

- Escavação e demolição de fundações.
- Correção de rochas para construção de estradas.
- Escavações subterrâneas.
- Eliminação de blocos de pedra.
- Escavações marítimas, mesmo submarinas.
- Escavações de valas para posicionamento de dutos.
- Demolição de pilares, torres e paredes (de concreto armado ou não).
- Pré-fissuramento de formações rochosas com a criação de blocos isolados.

Use tecnologia. Use DEMOX.

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

Tema:**QUANTO TEMPO
VAI DURAR A TINTA?****Pergunta:**

Estamos começando as obras de uma grande planta industrial onde há enorme quantidade de tanques metálicos que deverão ser pintados externamente. A especificação para a pintura é básica, falando apenas em primer epóxico e acabamento em poliuretano. Gostaria de saber como posso avaliar esta situação? Quais são os critérios que terei de ter para estimar o tempo de vida da pintura que farei?

Engº Jorge F. S. Campos, Belo Horizonte, MG

Resposta:

Prever o tempo de vida de uma tinta depende de vários fatores, inclusive, claro, do tipo de tinta a ser empregada, dos métodos de aplicação e, principalmente, da severidade do ambiente. Mesmo sem nenhuma informação técnica fornecida, ainda assim poderemos estimar o tempo de vida de uma tinta e as condições que podem comprometê-la. A pri-



Figura 1 - A perda da película de acabamento.

meira questão é como você irá avaliar o mecanismo de ruína? Mais, qual o nível de tolerância que irá detonar os primeiros serviços de recuperação da pintura? Evidentemente, para tintas de "boa qualidade" e com métodos de aplicação padronizados, bastará verificar onde a película de acabamento foi comprometida, passar uma lixa leve, reimprimir (caso o primer tenha sido comprometido) e repintar a película de acabamento. É o sistema de manutenção mais econômico e dependerá da vontade de quem decidirá a questão. Dentro de uma planta industrial é diferente. Pequenos ou médios comprometimentos são toleráveis, algo como 20% do pano pintado aparecendo o primer. Aquelas superfícies metálicas, pintadas e com processos de corrosão, poderão ter o mesmo critério. Uma vez aceito este critério preliminar, poder-se-á estimar o tempo de vida de uma pintura com:

- Boa especificação.
- Empresa de pintura qualificada.
- Inspeção/fiscalização eficiente.
- Tintas reconhecidamente testadas (uma "boa" marca não garante a qualidade específica desejada).

Quando estes quatro critérios são satisfeitos, sem dúvida, pode-se esperar excelentes resultados. Caso contrário, prognosticar tempo de pintura exigirá o conhecimento adicional dos seguintes itens:

- Adesão da película.
- Espessura do filme seco (EFS).
- Velocidade da deterioração da superfície.
- Severidade do ambiente.
- Tipo de tinta.
- Equipamento de pintura.

Ainda assim, poder-se-á deparar com surpresas. Por exemplo, se a tinta for aplicada com a espessura adequada, checada inclusive com medidor de EFS, mas sobre um substrato con-



Figura 2 - Tanques necessitam de boa preparação das superfícies e pintura adequada.

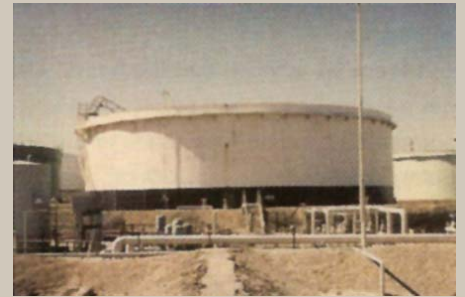


Figura 3 - Tintas alquídicas são bastante indicadas para tanques industriais.

taminado com gordura, pó ou mesmo sobre aquela ferrugenzinha quase imperceptível, sem dúvida, ter-se-á surpresas com relação ao tempo de duração. Os fatores acima não são difíceis ou caros de serem checados e também não exige grande precisão. Um exemplo simplório de eficiência, que dá muito bom resultado é o teste de adesão feito com a ponta de um canivete, independentemente do grau de exigência. É um teste simples e que funciona, muito empregado em programas de manutenção industrial. Evidentemente, sempre há exceções para cada regra. Há muito que falar sobre regras para uma boa pintura, durabilidade de revestimento, manutenção etc. Para o seu caso, no entanto, estas dicas ajudarão bastante.

**Designed for the urban wild.**

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

TOP COAT CARBO FC

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

METODOLOGIA INOVADORA NA RECUPERAÇÃO DE TUBULAÇÃO MISTA DE AÇO CARBONO REVESTIDA COM CONCRETO PROTENDIDO

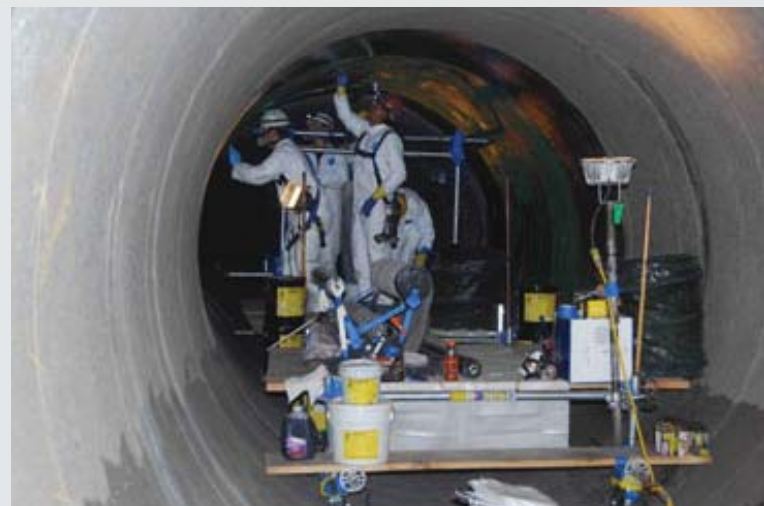
O REFORÇO COM FIBRA DE CARBONO MAIS UMA VEZ É UTILIZADO PARA VIABILIZAR A NECESSIDADE ESTRUTURAL EM UMA USINA TERMELÉTRICA.



ANÁLISE

Patrícia
Karina Tinoco

Uma usina termelétrica faz uso da água de um rio próximo para, através da formação de um lago artificial dentro de suas instalações, transportá-la para o interior da usina em direção às suas quatro caldeiras geradoras de vapor pela queima de carvão. O vapor pressurizado é, então, transportado para as turbinas que acabam gerando eletricidade. Após passar pelas turbinas, uma pequena parte do vapor perde-se no ar e, praticamente sua totalidade, condensa, tornando-se novamente água líquida ao passar pelas torres de resfriamento, retornando ao lago e completando o ciclo do uso da água. Uma grande rede subterrânea de tubulações de aço carbono envolvida em concreto protendido (TACCP) é a responsável por esse ir e vir da água na usina, fazendo com que gere eletricidade 365 dias por ano. Após trabalhar por quase 25 anos e ter sofrido uma recuperação há cerca de 10 anos atrás, programou-se a paralisa-



A TACCP sendo reforçada com tecido de fibra de carbono MFC. Uma torre sobre rodas viabilizou o acesso à região superior da tubulação

Reforço Estrutural...

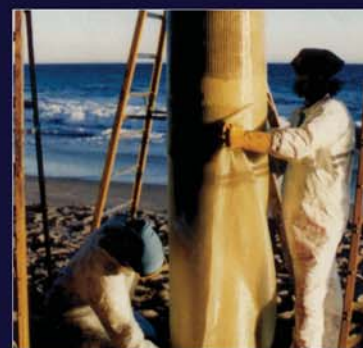
...só com sistemas MFC.



Manta de Fibra de Aço.



Manta de
Fibra de Carbono



Manta de Fibra de Kevlar

PRODUTOS MFC:

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

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 acessoria técnica para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.



Lider em Reforços Inteligentes

REFORÇO ESTRUTURAL

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



Poço de visita: o único acesso ao interior da TACCP, com diâmetro de ~ 80cm.



Caixas com rolos de fibra de carbono MFC, resinas epóxicas posicionadas em trechos estratégicos para ataque em diversas frentes.

ção, por um mês, de uma das quatro unidades da usina, possibilitando serviços de investigação/recuperação de parte da rede da TACCP. Na recuperação anterior, há 10 anos atrás, a causa dos problemas foram fissuras e processos de corrosão localizados, tratados com metodologia de lixamento eletromecânico das regiões comprometidas e pintura com primer e acabamento em poliuretano.

A situação das TACCPs

O trecho da linha, motivo da intervenção, totalizou 270m e era composta por tubos de aço carbono com 6m de comprimento, tendo 3m de diâmetro, feito com chapas soldadas. Externamente, o revestimento envolvente era de concreto protendido que não recebeu qualquer intervenção. Com o comprometimento total da pintura procedeu-se, após

a preparação do local para trabalho em ambiente confinado, hidrojateamento com areia de modo a obter-se a condição de limpeza convencional do aço (brush-off). As perdas de seção, devido a corrosão após a preparação superficial, exigiu um reforço estrutural no tubo cilíndrico, de modo a restituir a perda da resistência de arco de projeto equivalente a pouco mais de 4kg/cm², a fim de promover a restituição do equivalente



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 às exigências da classe A-30 da norma DIN 36072 e DIN 12068 com relação a tensionamentos. **DENSOFLEX** é importada da Alemanha e caracterizada pela DIN-DVGW-Reg. N° NG-5180BM00.

USE

DENSOFLEX

Fita auto-aderente isolante da corrosão

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



Instalação da manta de fibra de vidro estrutural ARMAGLASS NE, de modo a isolar o carbono do aço, evitando pilha de corrosão galvânica.



Pintura final de proteção do processo de reforço: epóxi novolac.

a 20% da resistência longitudinal. A solução escolhida foi pela utilização do tecido de fibra de carbono MFC, reconhecidamente a mais bem estruturada do mercado, utilizando-se duas camadas aplicadas no sentido transversal. Por se tratar de ambiente

confinado, toda a linha foi abastecida de ventilação horizontal e vertical, através do poço de visita. Equipes de segurança permaneceram atentas, com medidores de gases, a toda rotina de trabalho previamente estabelecida. Pites de corrosão foram locali-

zados e tratados adequadamente, sendo suas cavidades preenchidas com massa metálica de recuperação Steel Repair, utilizando-se espátula. A largura tradicional, de 50cm, do rolo de fibra de carbono MFC, foi modificada especialmente para 1,20m, de modo a

Continua na pág. 6

EPÓXI 28 Novolac

A MAIS AVANÇADA BARREIRA CONTRA A AÇÃO QUÍMICA

Proteja a superfície do concreto contra a ação de ácidos (concentração elevada) e substâncias fortemente alcalinas com EPÓXI 28. Moderníssimo sistema epóxico novolac, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem suportar.

- ✓ 100% sólidos.
- ✓ Odor quase imperceptível.
- ✓ Excelente resistência química.

EPÓXI 28. INIGUALÁVEL.



EPÓXI 28

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250

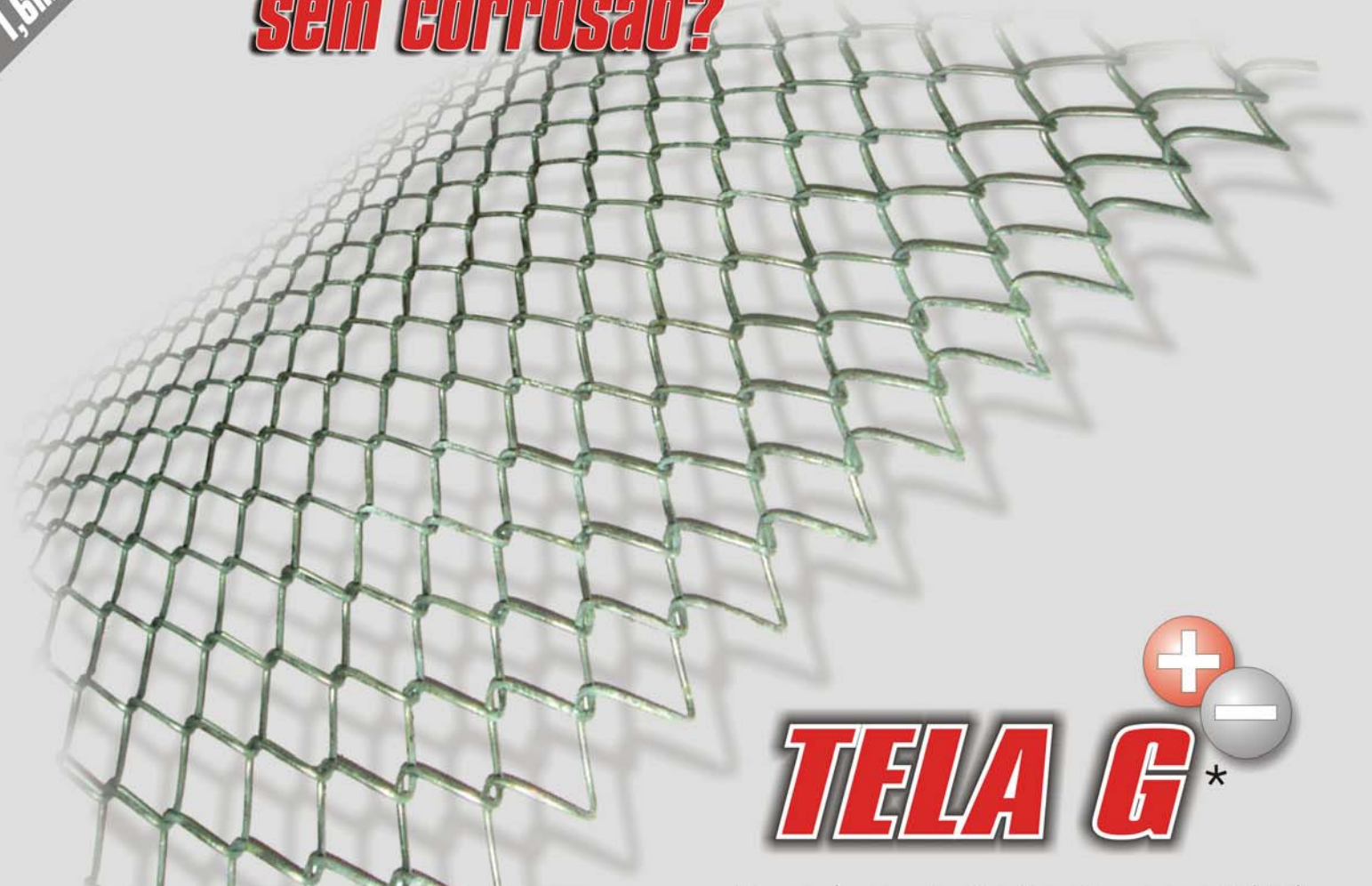
fax (0XX21) 3154-3259

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 12

Nova com
1,6mm de espessura

Concreto armado-protendido sem corrosão?



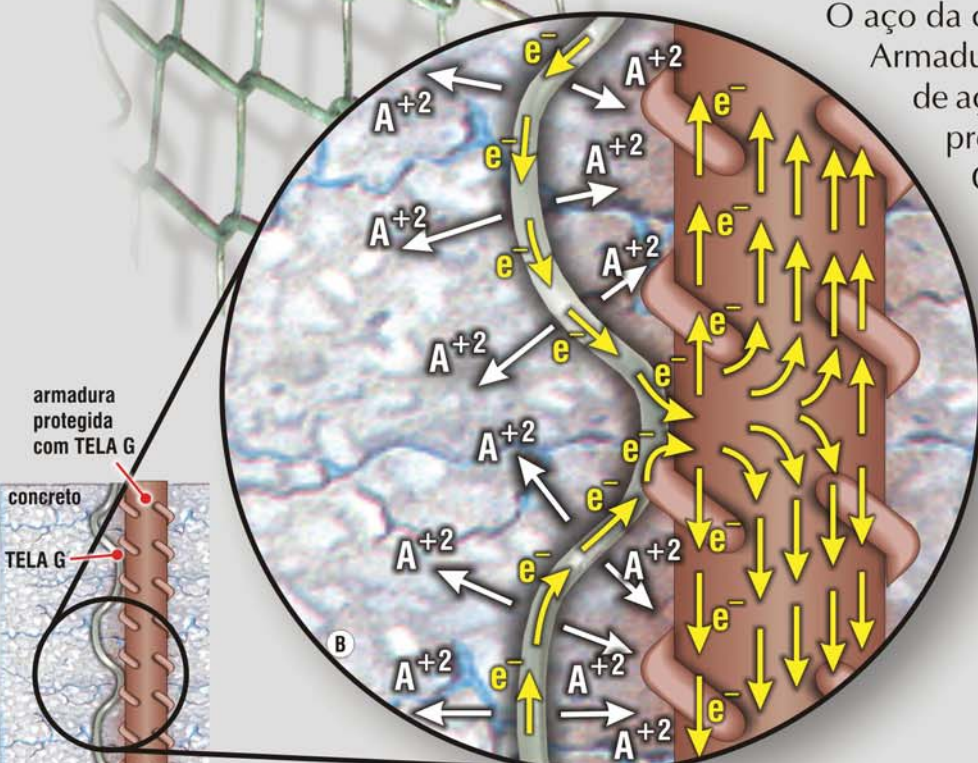
TELA G *

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 fria. Use TELA G preventivamente ou na recuperação. Oferecemos até 20 anos de garantia.

* Produto patenteado

TELA GALVÂNICA

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



armadura protegida com TELA G
concreto
TELA G

(a) Instalação junto a armadura.
(b) Eletroquímica da proteção catódica

otimizar os serviços e diminuir as emendas. Utilizou-se uma pequena torre sobre rodas, de modo a possibilitar o envolvimento do reforço nos 3m de altura da tubulação. Os trabalhos foram iniciados com a aplicação do primer epóxico FC após a secagem das superfícies, verificadas com medidor portátil de umidade. Com o tempo do toque livre obtido (impressão digital do dedo), procedeu-se a aplicação da primeira camada de tecido estrutural. Esta camada, a fibra de vidro estrutural ARMAGLASS NE, objetivou impedir possível processo

de corrosão galvânica do carbono com o aço. Subsequentemente, procedeu-se a aplicação das duas camadas de fibra de carbono, previamente calculadas. Após a aplicação final da última camada de epóxi estruturante FC, com a obtenção do tempo de toque livre, aplicou-se um top coat, à base de Epóxi Novolac, próprio para resistir à corrosão bacteriológica e também à abrasão.



www.ipacon.com.br

fax consulta nº 14

RECUPERAR
CONSULTA

Para ter mais informações sobre Análises.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- **Patricia Karina Tinoco** é engenheira civil, especialista em química e física da construção.

A MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL NASCEU DE UM MODELO INCOMUM.



É a perfeita combinação de materiais, resistência, simplicidade e adaptação às estruturas que necessitam de reforço, com total integração à realidade das obras.

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

ARMAGLASS
MANTA DE FIBRA DE VIDRO ESTRUTURAL
Diversos tipos. Uma adequada à sua obra.

Junta Evazote

A JUNTA EVAZOTE é resistente à ação mecânica e química. Ideal para ser aplicada em todo tipo de juntas de dilatação, tanto de pontes como de edificações. 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 e **NÃO PRECISA INJETAR AR.**



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

JUNTA EVAZOTE
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16



CORROSÃO COBRA PEDÁGIO III

A FALTA DE VISÃO IDEOLÓGICA E DE POLÍTICA RESPONSÁVEL PARA MANUTENÇÃO DE PONTES E VIADUTOS OS TORNA INSEGUROS E PERIGOSOS. QUANDO TEREMOS UMA LEGISLAÇÃO QUE OBRIGUE GOVERNOS FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS A CUIDAREM, PERIODICAMENTE, DESTES PATRIMÔNIOS?

CORROSÃO



Carlos Carvalho
Rocha

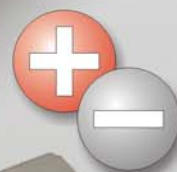
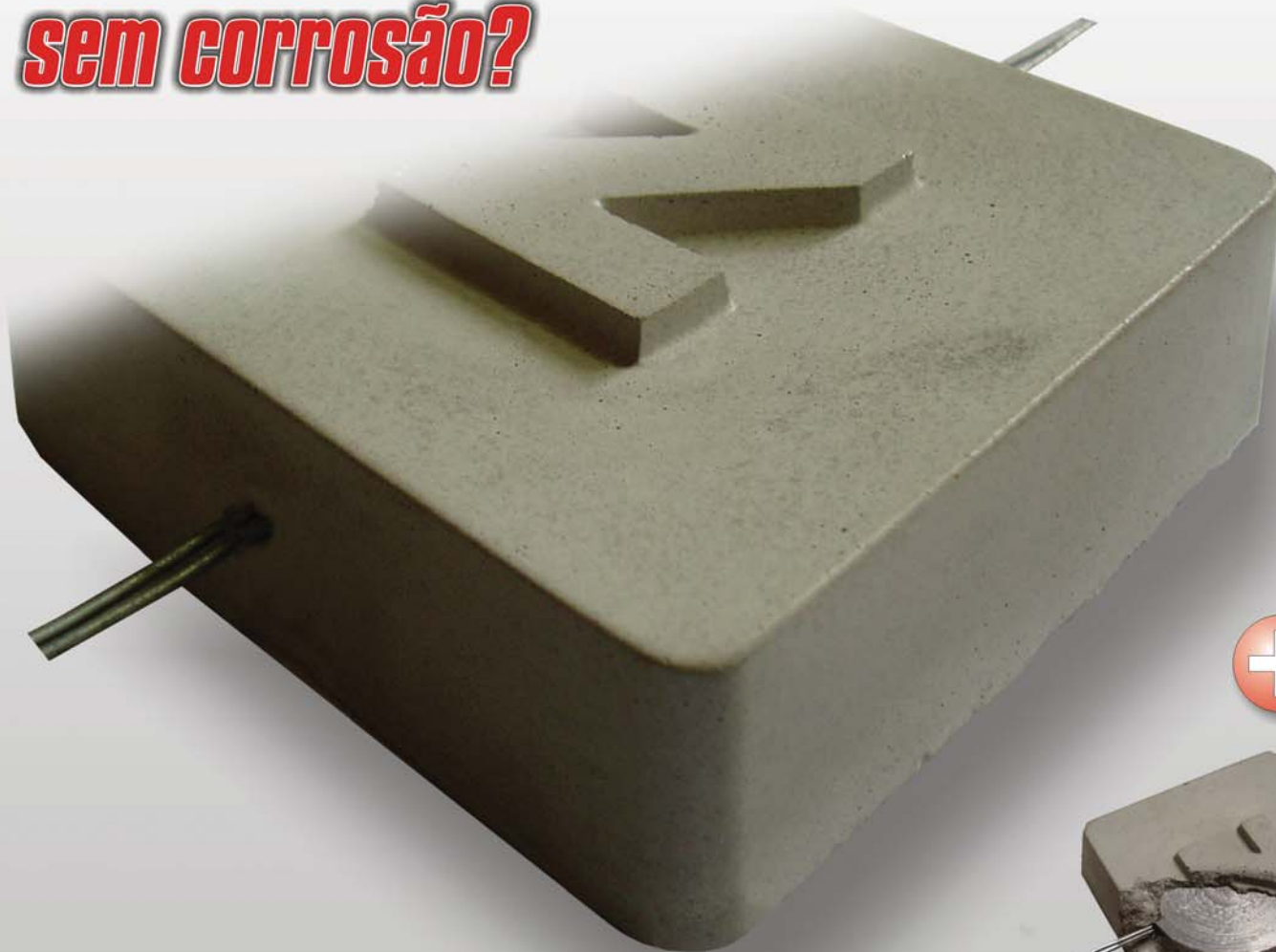
Megalópoles como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte fervilham 24 horas por dia, sete dias por semana, com milhões de cidadãos empreendendo, organizando, produzindo, servindo, transportando, comunicando, comprando e vendendo, num turbilhão de atividades de inimaginável diversificação.

Continua na pág. 22

Viaduto da Praça XV, no Rio de Janeiro: Descaso em todos os sentidos, juntas, estrutural, corrosão, estético etc. Como estará sua condição estrutural?

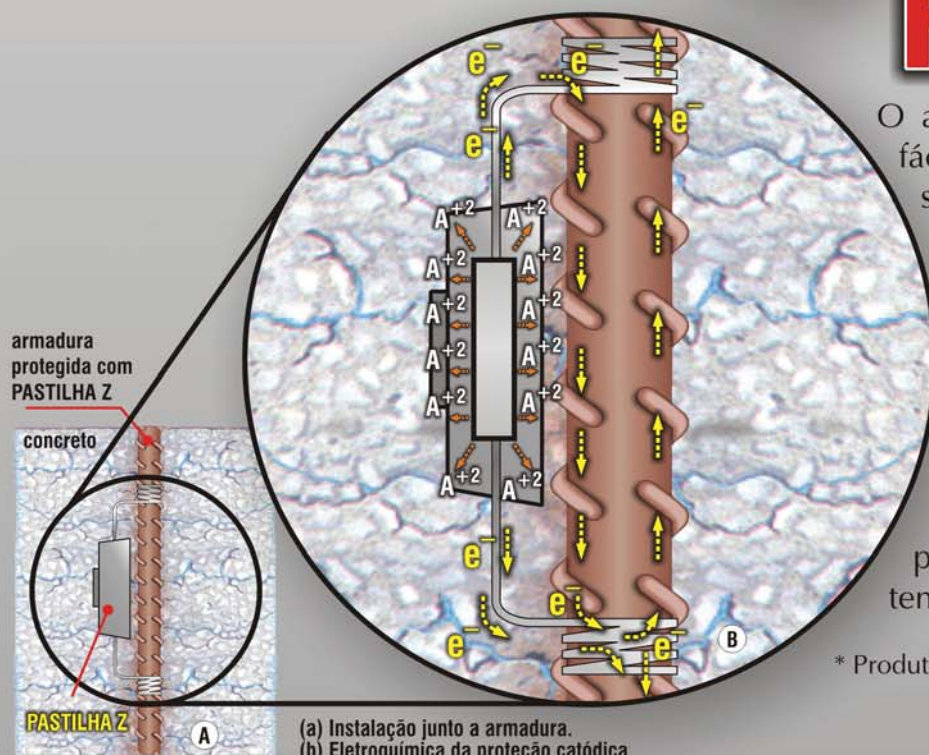


Concreto armado-protendido sem corrosão?



PASTILHA Z*

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



(a) Instalação junto a armadura.
(b) Eletroquímica da proteção catódica

* Produto patentado

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

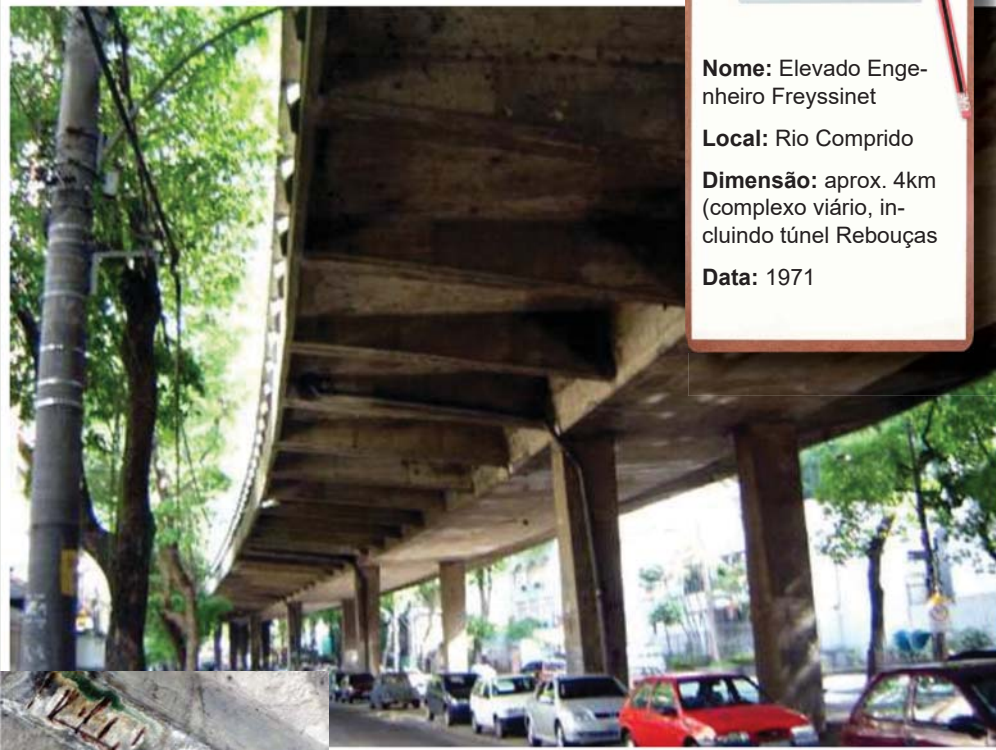
São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e outras metrópoles brasileiras estão parando, literalmente. Levantamento realizado pelo Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (SINAENCO), em diversos estados, apresentou a condição de algumas obras de arte que compõem a capenga malha viária dessas capitais.

Sabemos que a malha viária é insuficiente, que suas obras de arte carecem de manutenção efetiva, adequada e, acima de tudo, periódica. Estes trabalhos, quando ocorrem, baseiam-se, infelizmente, em sintomas terminais como deslocamentos, exposição de armaduras, juntas sem juntas etc.

Queremos novamente chamar a atenção das autoridades federais, estaduais e municipais para o excelente exemplo dado pelas autoridades federais norte-americanas, após o enorme transtorno e de vidas perdidas causado pela queda da ponte I-35, sobre o rio Mississippi, em Mineápolis, apresentado na edição nº 85 da Recuperar: Uma legislação que obriga governos federal, estadual e municipal a cuidarem de pontes e viadutos, de maneira periódica, com o estabelecimento de diretrizes de recuperação sérias e com recursos permanentes, tanto para monitoramento periódico quanto para diretrizes normativas de recuperação. Na edição anterior apresentamos o estado de algumas obras de arte na capital de São Paulo. Nesta edição, apresentaremos a condição de algumas delas no Rio de Janeiro.

O levantamento feito no Rio de Janeiro

Viaduto Paulo de Frontin



Ferragens expostas, eflorescências e vegetação crescendo nas juntas da estrutura mostram a degradação do viaduto. Como estará sua condição estrutural?

Nome: Elevado Engenheiro Freyssinet

Local: Rio Comprido

Dimensão: aprox. 4km (complexo viário, incluindo túnel Rebouças)

Data: 1971

ESTACA METÁLICA 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.



JAQUETA AG
Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 18

Elevado da Perimetral



Nome: Elevado da Perimetral

Local: Praça 15 -
Praça Mauá - Av. Brasil
- Ponte Rio-Niterói

Dimensão: 5,5km

Data: décadas de 50/70



A Avenida Perimetral conhecida também como elevado da Perimetral é um sistema que liga o bairro do Caju até a região da Praça XV, no centro da cidade do Rio de Janeiro. Corta os bairros do Caju, parte de São Cristóvão, Santo Cristo, Gamboa e Saúde. É uma das mais importantes vias da cidade, permitindo o acesso à Avenida Brasil e à Ponte Rio-Niterói.



Constantes acidentes também contribuem para degradação da importante obra de arte.



FIO G[®] PROTEÇÃO CATÓDICA

O FIO G é um sistema de proteção catódica à base de corrente galvânica, adequado para interromper ou impedir processos de corrosão em qualquer estrutura de concreto armado/protendido. O FIO G é eletricamente ligado às armaduras, tipicamente quando inexistente camada de recobrimento. Desta forma, todo e qualquer processo de corrosão é impedido de ocorrer nas armaduras, mesmo virtualmente sem camada de recobrimento.

Situação comum: ausência da camada de recobrimento e corrosão nas armaduras da laje. Solução: proceder o corte do concreto junto às armaduras e justapor, lateralmente, o FIO G* amarrando-o a cada 10cm com arame comum. Laje protegida por muitos anos.

* Disponíveis do FIO G com vários diâmetros, adequado a todo tipo de armaduras e cabos de protensão.

SÓ COM FIO G[®]

PROTEÇÃO CATÓDICA POR CORRENTE GALVÂNICA

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

Elevado do Joá



Nome: Elevado do Joá
Local: São Conrado/
Barra da Tijuca
Data: 1970



Processos de corrosão para todos os gostos, em vigas, lajes e pilares, juntas destruídas, etc.



Sistema de drenagem interrompido pode provocar problemas de deslizamentos no talude.

Viaduto da Mangueira

Nome: Complexo de viadutos da Mangueira
Local: Mangueira
Data: 1974



Estrutura com armaduras expostas, erosão da base e moradias irregulares sob o viaduto são problemas flagrantes.



Problemas de infiltração e descolamentos da camada de recobrimento do concreto, além de vegetação crescendo entre as juntas de dilatação.



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
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 20

Passarela para a Estação Ferroviária de São Cristóvão



Armaduras expostas e rompidas em grande parte da estruturas necessitam ação corretiva imediata.

Viaduto Ferroviário da 24 de Maio



Armaduras expostas em vigas de concreto, que apresentam eflorescências, trincas e fissuras em grande parte da estrutura necessitam de atenção.

Metrô - Linha 2



Nome: Metrô - Rio, Linha 2
Local: Estação Triagem/Maria da Graça
Data: 1981/1983



Corrosão nas armaduras, escadas com ocupação irregular e falta de manutenção agravam os danos estruturais, que exigem rápida atuação do poder público.

Canal do Leblon



Buracos tanto no passeio quanto na estrutura de contenção do canal, trazendo riscos aos transeuntes e de desmoronamento do talude.

Nome: Canal do Leblon
Local: Rua Visconde de Albuquerque
Data: 1920



Buracos que posicionam uma junta de dilatação esquecida, sinais de corrosão em algumas peças estruturais.



fax consulta nº 22



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Corrosão.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Levantamento do SINAENCO, www.sinaenco.com.br.

www.ipacon.com.br

Carbonatação se diagnostica com Lapis PH



LÁPIS PH

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

Qualidade Presente Garantindo o Futuro



Grupo Falcão Bauer

Laboratório Credenciado pelo INMETRO

Tel.: 11 3611-0833

www.falcaobauer.com.br
bauer@falcaobauer.com.br

Com mais de 50 anos de atividades, as empresas do Grupo Falcão Bauer prestam serviços de calibração de equipamentos, controle de qualidade e ensaios para uma grande variedade de materiais e produtos da indústria em geral, da construção civil, automotiva, de bens de consumo, brinquedos, dentre outros segmentos. Prestamos também serviços de consultoria nas áreas de engenharia civil, recuperação de estruturas, qualidade, meio ambiente e para a indústria petroquímica e de petróleo.

- 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.

PREJUÍZOS COM A UMIDADE EM PISOS DE CONCRETO

ENTENDA COMO CONTROLAR UM DOS PIORES INIMIGOS DOS PISOS DE CONCRETO E SUAS CONSEQUENTES MANIFESTAÇÕES QUE, USUALMENTE, CAUSAM PROBLEMAS DE ORDEM JUDICIAL.

ANÁLISE



Mariana Tati

Aqui no Instituto de Patologia da Construção – IPACON convivemos frequentemente com problemas trazidos por empresas, tanto as que executam pisos de concreto quanto os próprios clientes, reclamando de patologias em seus pisos. Muito já se escreveu sobre patologias em pisos de concreto, particularmente em pisos industriais, provocadas por umidade, seja causando deterioração e descolamento de pinturas epóxicas ou laminados vinílicos, seja por traumas provocados por escorregamentos seguidos de queda, formação de bolhas etc. Entender a umidade, particular-

mente a que aparece em pisos de concreto é fundamental para se projetar qualquer tipo de revestimento a ser aplicado posteriormente. Dicionários nos dizem que umidade significa qualidade ou estado de úmido, estado de pouco ou totalmente molhado. Quer dizer, presença d'água, seja no estado de vapor ou líquida. O propósito desta matéria e das subsequentes que apresentaremos é explicar como se deve controlar a umidade em pisos de concreto, de modo a evitar consequentes danos e prejuízos que chegam a milhões de reais, por ano, no Brasil, além de uma enorme

quantidade de problemas de ordem jurídica entre empresas que aplicam revestimentos em pisos e seus clientes.

GLOSSÁRIO

Absorção de umidade – concreto, madeira, plásticos, adesivos, praticamente todos os materiais absorvem umidade do ar, ou seja, água no estado de vapor.

Gradiente de umidade – teor de umidade medido entre as regiões interna e externa do concreto causada pela absorção ou perda de umidade.

Equilíbrio da umidade – condição na qual o teor de umidade do concreto fica em equilíbrio com a umidade do ar que a circunda.

MONITORAMENTO EM ÁREAS MAIS REMOTAS 24 HORAS POR DIA?



(F1) Zoom (F2) Defaults (F3) Hardcopy (F4) Menu



As fontes de umidade

Pisos de concreto, situados ao nível da rua ou abaixo, ficam quase invariavelmente submetidos a processos ou fontes de umidade, tanto naturais quanto artificiais.

As fontes de umidade naturais

Chuvas e água do solo

A ocorrência de chuvas antes, durante e depois de concretagens de pisos provoca ou desencadeia gradientes de umidade. Muito frequentemente, também o solo apresenta nível d'água freático extremamente alto, ou seja, quase junto ao piso, fazendo com que o subleito e sua sub-base fiquem saturados, dificultando o processo de compactação e, pior, ativando o processo de ação capilar, através do subleito, devido às forças de adesão, coesão e tensão superficial. Para situações como esta, torna-se necessária a abertura de valas periféricas profundas e a instalação de drenos em torno da obra e/ou aplicar uma camada de brita nº 1 ou pedrisco, com espessuras de 5 a 10cm sobre a lona. A instalação deste "colchão" de brita sobre a lona retardadora de vapor, para evitar que seja rasgada, pode virar fonte de umidade caso chova ou umedeça muito antes da concretagem. Curiosamente, o normativo ACI 302's (Guia para construção de pisos e lajes de concreto), recomenda a instalação deste "colchão" sobre a lona. Já o normativo ACI 302 não o recomenda, caso se vá pintar ou revestir o piso de concreto. De qualquer maneira, sub-base granular e camada de brita 1/pedrisco não interferem com a livre movimentação do vapor d'água através do piso de concreto. A solução continua sendo



Secagem adequada do piso, antes da aplicação de qualquer revestimento é imperioso, assim como sua checagem através do teste TVA-OK.

uma boa lona ou geomembrana sob o piso de concreto. A presença de chuvas e camadas de solo mais superfícies pouco permeáveis, também são fatores que incrementam fontes de umidade. Atenção, pois, nas sondagens do terreno.

Pressão hidrostática

Quando o piso de concreto fica situado abaixo do nível da rua, ou melhor, quando o nível d'água do solo, do lado de fora da futura estrutura, situa-se mais alto que o seu piso mais inferior, haverá pressão hidrostática. Para tanto, dever-se-á instalar um sistema



Boas barreiras contra o vapor, hoje, são fundamentais.

de drenagem periférico à obra, de modo a remover a pressão hidrostática que certamente aparecerá. De um modo ou de outro,



O problema em pisos epóxicos começa localizado. Logo, logo torna-se disseminado. A solução é o **TVA-OK**



O problema resume-se em manchas, bolhas e deslocamentos. Enfim, o piso epóxico que você aplicou logo, logo estará comprometido. Por quê? A questão resume-se em um teste obrigatório que deveria ter sido feito antes da aplicação da pintura: o teste da transmissão de vapor d'água (TVA), conforme recomenda a norma ASTM F1869-98.

Sem o TVA-OK todo o seu investimento poderá estar sofrendo com as tensões originadas pela saída do vapor d'água de piso de concreto. Só o TVA-OK identifica o maior causador de problemas em pisos epóxicos. Não arrisque mais. Faça hoje mesmo o TVA-OK.

CPV-4

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 31

é muito comum dimensionar-se pisos de concreto armado com toda uma gama de produtos impermeabilizantes atuando no lado positivo ou negativo, de modo a combater a ação da pressão hidrostática sob o futuro piso. O normativo ACI 515 dá todas as dicas necessárias para tal. Há situações em que, como o piso receberá pintura epóxica ou revestimento vinílico, opta-se ainda por construir um outro piso, mais fino, de concreto armado, sobre o primeiro, de modo a quebrar ou impedir a ação do vapor d'água, fazendo com que seja dissipado ao longo daquela interface, de modo a não comprometer o futuro revestimento.

Osmose

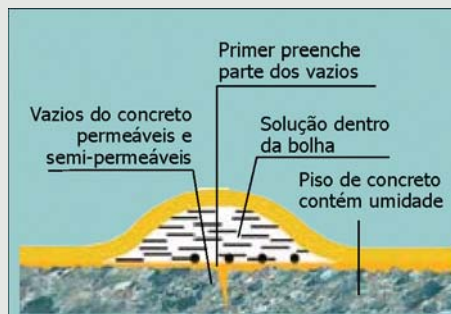
Este fenômeno ocorre quando água líquida, vinda do subleito/sub-base, percola pelo piso de concreto e promove bolhas no revestimento. Osmose é o movimento de um fluido (usualmente uma solução aquosa com grandes concentrações de solutos,

GLOSSÁRIO

Indicador de umidade – instrumento usado para medir o teor de umidade.

Propriedades de resistência à umidade – todo material isolante deve ter propriedades relativas ao percentual de absorção d'água, em volume, baseado na norma ASTM C272 e transmissão de vapor d'água médio, em perm-cm, com base na norma ASTM E96.

ACI – American Concrete Institute.



Neste corte verifica-se a presença de bolha na superfície do concreto protegido por revestimento epóxico.



(a) - A pressão gerada pelo vapor, presente no piso, atua na película epóxica ainda jovem, induzindo a formação de bolhas.

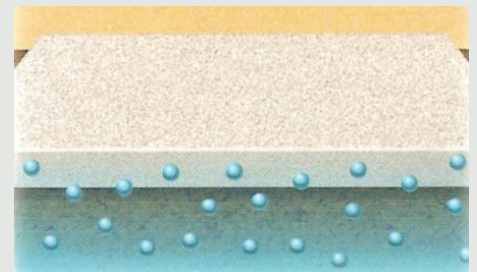
(b) - Para se assegurar que a umidade na superfície do concreto é menor que 3%, utiliza-se o teste TVA-OK.

geralmente diversos sais) que passam, com pressão, através de membranas semipermeáveis, fazendo com que as concentrações desses sais se equalizem. O movimento da solução, através dessas membranas, é patro-

cinado pelas forças que tendem a equalizar as concentrações dos sais dissolvidos em seus dois lados. O resultado são bolhas, que aparecem em pisos epóxicos ou vinílicos cheios de líquidos salinos, sob pressão, geralmente com diâmetro variando entre 5 e 50mm e com alturas diversas. Pesquisadores afirmam que o próprio concreto atua como uma membrana semipermeável, fazendo com que, em um lado da membrana ou da pilha osmótica, haja água pura, proveniente do solo, e a outra metade da membrana ou da pilha osmótica contenha um pequeno volume de solução salina, altamente concentrada, contida ou pressurizada sob a forma de bolhas no piso epóxico/vinílico, que serve de revestimento para o piso de concreto.

O vapor proveniente do subleito/sub-base

Usualmente, poder-se-á ter umidade relativa (UR) próxima a 100% no conjunto subleito/sub-base, de maneira constante,



Presença de grande quantidade de vapor sob o piso industrial: problemas no revestimento.

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 profundido. 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 32



Pisos de concreto sem patologias são difíceis de se conseguir. Todo cuidado é pouco no projeto e execução.

seja pelo nível alto da água freática do solo, seja pela permeabilidade das camadas mais superficiais do solo e a presença de chuvas. O fato é que uma parte da alta UR sob a lona/geomembrana retardadora de vapor se dissipa através dela, seja por difusão, seja por evaporação, atingindo o piso de concreto. Assim, a manutenção da alta UR, quase sempre próxima a 100%, é reabastecida pelo mecanismo acima citado, considerando-se que este fluxo ou gradiente de UR vai sempre da maior UR, situada abaixo do piso de concreto, para a menor UR presente no ambiente acima, no interior da edificação. No entanto, de acordo com medições efetuadas a pressão, promovida pelo fluxo de vapor úmido à temperatura de 23°C com 100% de UR, é

de apenas 1,4kPa, ou seja, bem abaixo da resistência promovida pela colagem dos epóxios e dos adesivos dos pisos vinílicos. Portanto, chega-se a conclusão de que a maioria dos danos em pisos epóxicos/vinílicos deve-se a alta UR, associada ao acúmulo deste fluxo de vapor contido e também à contribuição do alto pH da superfície do concreto.

A UR do ambiente de trabalho

Todos sabemos que o concreto absorve, exala e transpira umidade. A umidade do ar, imediatamente acima da superfície do piso de concreto, fica em permanente troca com a umidade presente na sua superfície. Amostras de concreto colocadas em um am-

GLOSSÁRIO

Soluto – produto que se dissolve em um solvente. Atentar para sua espécie.

Concentração – conteúdo de um componente que faz parte da solução que adentra nos capilares do concreto. Exerce influência pronunciada nas reações químicas lá presentes. Indica a quantidade que determinado componente aparece na solução. A concentração comum é o cociente da massa do soluto (em gramas) pelo volume da solução (em litros).

Umidade relativa – relação entre a quantidade de vapor d'água presente em determinado local e a existente na atmosfera saturada a uma determinada temperatura, expressa em porcentagem.

Difusão – ocorre com o resultado da falta de homogeneidade do sistema, isto é, quando diversas regiões do concreto possuem diferentes soluções em seus vazios ou que contenham a mesma, mas com diferentes concentrações, o que provoca um aumento no gradiente da concentração. A difusão é diferente da condução elétrica em que íons positivos e negativos movem-se na mesma direção. Sob o efeito da corrente, movem-se em direções opostas. Relaciona-se ao coeficiente de difusão, que indica o número de íons que se difundem através de uma seção da solução (1cm²) por segundo a um gradiente de concentração igual a um. Refere-se à mistura e ao transporte de íons, devido ao inerente movimento existente em cada uma destas partículas.

1kg/cm² – 100kPa.

Ponto de orvalho – temperatura na qual ocorre a condensação do vapor d'água. Temperatura na qual o ar fica saturado.

biente com 50% de UR terão, certamente, uma umidade interna relativa de 50%. Muito embora possa demorar algum tempo para obter-se este equilíbrio. Estudos realizados confirmam que, na prática, independentemente das condições de cada local, difícil-

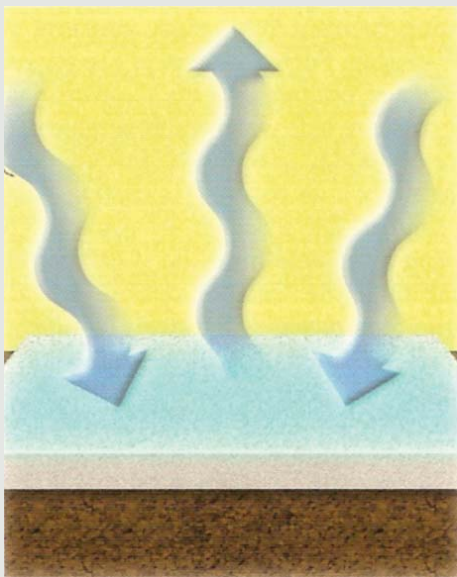


Endurecedor de pisos

é a solução. É incolor, inodoro e não polui a natureza, pois é à base d'água. Quando penetra na superfície do concreto ou de paredes emboçadas, torna-se extremamente duras, densas e praticamente impermeáveis. Com este simples tratamento, cessam a poeira e as marcas de pneus, incrementando no piso enorme resistência química a uma grande quantidade de ácidos e bases de baixa concentração. A composição do **DURO 10** tem novas substâncias que, antes de proceder o endurecimento da superfície, promovem a limpeza dos poros do concreto. Uma nova composição para a antiga fórmula de endurecer pisos.

DURO 10

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



A umidade relativa do ar acima do piso atua como fonte de umidade no interior do concreto.

mente toda a espessura do piso de concreto fica em equilíbrio com a UR do ambiente de trabalho. É de boa prática, portanto, antes de aplicar qualquer revestimento, induzir a secagem do piso do concreto para um patamar abaixo de um determinado nível da umidade interna do ambiente. De modo geral, trabalhamos e vivemos com uma UR situada entre 70 e 90%. Assim, quando se necessitar secar um piso de concreto, com um determinado nível de UR interna, o ar acima do piso deverá ser conduzido para



Pisos de tanques industriais exigem projetos bem sofisticados tanto para impermeabilidade quanto para corrosão, surgência de bolhas etc...

uma UR bem menor que a desejada para o piso. Fica claro, portanto, que muitas das vezes, devido à determinada umidade presente, pisos de concreto não ficam aptos para receber revestimentos.

Ponto de orvalho

Pisos de concreto podem ficar submetidos a dois tipos de condensação, devido ao ponto de orvalho, dependendo das temperaturas

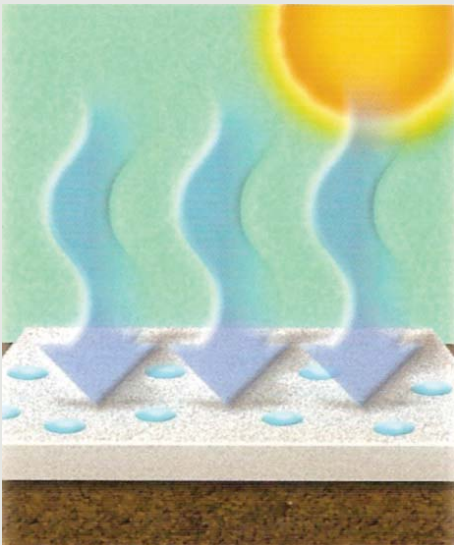
presentes no piso e no ambiente. Se a temperatura da superfície do piso de concreto estiver mais fria que a temperatura do ponto de orvalho do ambiente, haverá condensação de umidade sobre o piso. Se for um piso de concreto bem acabado, liso e pintado, porém frio, devido às noites de inverno ou quedas de temperatura, ficará, naturalmente, escorregadio por causa do “suadouro” que aparecerá na superfície, tipicamente devido à entrada de ar quente e úmido dentro da



CONTROLE DA CORROSÃO e PROTEÇÃO CATÓDICA

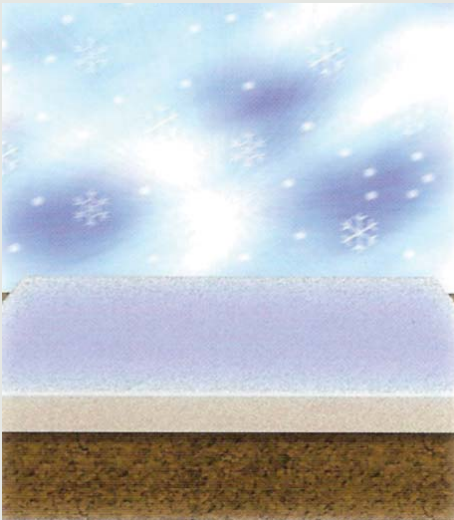
- ✓ Staff certificado pelo NACE.
- ✓ Análise do estado de ruína.
- ✓ Projetos de proteção catódica.
- ✓ Produtos para proteção catódica.
- ✓ Instrumentos para inspeção.
- ✓ Tanques e tubulações.
- ✓ Anodos.
- ✓ Seminários para treinamento.
- ✓ Formulação de especificações.
- ✓ Pesquisa e desenvolvimento.

Tels: (21) 3154-3255
Fax: (21) 3154-3259
www.ipacon.com.br
atendimento@ipacon.com.br



O suadouro ocorre quando o ar quente e úmido faz contato com o piso frio. Se a temperatura da superfície do concreto for menor que a temperatura do ponto de orvalho do ar, ocorrerá condensação na superfície do piso.

edificação. Pisos de concreto sem acabamento eletromecânico e sem aquele liso característico costumam absorver o efeito



Imagine um ambiente industrial que apresenta alta umidade relativa interna. Se este ambiente for refrigerado pelo ar condicionado, certamente haverá condensação na superfície do piso.



O controle da umidade relativa interna do ambiente industrial, além de sua temperatura é extremamente importante.

da condensação, não apresentando o tal “suadouro”. Um segundo tipo de condensação ocorre devido ao ponto de orvalho, quando o piso de concreto apresenta alto teor de umidade, tipicamente de pisos sem lona retardadora de vapor e com nível freático alto no solo e é resfriado fortemente devido à ação do ar condicionado.

Na próxima edição apresentaremos as interessantes fontes de umidade artificiais em pisos de concreto.



fax consulta nº 34



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Mariana Tati é engenheira civil e trabalha no repairbusiness na área de monitoramento.
- Techbrief - Protocol to identify incompatible combinations of concrete materials. Publication n° FHWA-HRT-06-082 U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration.
- R.A. Helmuth, L.M. Hills, D.A. Whitting, S. Bhattacharja, “Abnormal Concrete Performance in Presence of Admixtures.” PCA serial number 2006. 1995.
- C.F. Ferraris, “Measurements of the Rheological Properties of Cement Paste: A New Approach.” Conference on Role of Admixtures in High Performance Concrete sponsored by Cementos Mexicanos, S.A. (CEMEX), March 21–26, 1999. Monterey, Mexico. Rilem Publications S.A.R.L.. Cabrera, J.G., Rivera-Villarreal, R.R., Editors, pp. 333–342, 1999.
- C.F. Ferraris, J.M. Gaidis, “The Connection Between the Rheology of Concrete and the Rheology of Cement Paste.” ACI Materials Journal, 88(4). pp. 388–393. 1992.



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