



Você sabe recuperar pisos com overlay de concreto?

Carlos Carvalho Rocha

Dicas para você recuperar pisos desgastados aplicando overlay de concreto.

Freqüentemente vemos overlays de concreto sendo aplicados sobre antigos pavimentos de concreto ou asfalto.

A pancadaria rosca sem fim que rola nos pisos industriais, amparada em técnicas de recuperação milagrosas, de tempo escasso e de materiais mágicos trocam o viés da alta durabilidade do concreto armado pelo de baixa, devido a “recuperação” aplicada. O tráfego de empilhadeiras, por exemplo, com rodas duras, pra cima e pra baixo, danificam ou fraturam suas juntas. O impacto de equipamentos pesados e o diabólico respingo ou derramamento de produtos químicos, ácidos ou básicos, efetivamente contaminam, e de quebra, deixam trincas e buracos na superfície do concreto, programando mais um serviço de recuperação em mais um piso industrial. À medida que esta recuperação é adiada, a produtividade da indústria começa a cair. Com problemas na produção, o proprietário contrata uma recuperação, com a condição de não interferir em sua produção.



Esta trinca, monolitizada com METACRILATO, não chegou a atravessar totalmente este overlay de 5cm. É normal a surgência de trincas à medida que, por exemplo, não se intensifica o processo de cura.

GLOSSÁRIO

Overlay de concreto – é um revestimento ou camada de concreto, normalmente com altura superior a 25mm, feito no local, sobre um piso de concreto muito castigado, de modo a restituir sua situação original de tráfego.

Retração – é a diminuição do comprimento ou do volume das peças de concreto, como resultado da variação do teor de umidade ou de mudanças químicas, devido ao endurecimento.

Retração por secagem – retração devido a perda de umidade.

Retração plástica – ocorre antes que a pasta de cimento, argamassa, grout ou concreto endureça.

Junta de dilatação – abertura programada em uma estrutura de concreto, de modo a regular a surgência de movimentos dimensionais em diferentes regiões da estrutura.

Pronto. O circo está montado. Excelentes profissionais, com equipamentos e materiais hi-tec, entram em cena para, num tempo recorde, recuperar o piso. Será? A realidade não é tão positiva. De qualquer maneira, vamos abrir o leque de proble-

mas, nem sempre bem resolvidos, que se pode deparar ao se executar este tipo de recuperação.

As juntas pedem socorro

Pisos industriais geralmente são submetidos a micro-ambientes com temperatura e umidade relativa, totalmente diferentes daquele considerado ideal. Ao recuperar-se uma junta de dilatação, por exemplo, é comum aplicar-se em seus lados fraturados massas mais duras que o concreto original. Aquela história de tensão-deformação ou módulo incompatível. Com este clima totalmente desfavorável, a incompatibilidade, sempre pouco respeitada, bate pé por seus direitos. As argamassas epóxicas, por exemplo, não devem ser usadas na recuperação das laterais das juntas quando este ambiente se submete a grandes variações de temperatura. Para situações onde exige-se grande recuperação nas laterais das juntas, com incorporação de um novo concreto, dever-se-á, sempre, usar traço e agregados semelhantes ao do concreto base. Esta medida é vital à compatibilidade físico-química entre o novo e o antigo. O epicentro da maioria dos problemas, no entanto, é mais amplo do que se imagina. Reside na pouca atenção dada à preparação das superfícies, à ausência de questio-



É freqüente a utilização de régua metálica de aço duro, resistente à abrasão, para limitar as laterais do overlay. Neste serviço, a espessura do overlay variou de 5 a 10cm. Após a correção do nivelamento, cola-se a régua com uma camada de epóxi.

amentos ao se dimensionar o material para a recuperação e, finalmente, o respeito ao período de cura do material aplicado. Vamos por partes.

Durante a preparação é comum apenas cortar-se, com ponteiros ou talhadeiras, a região danificada das juntas, removendo-se o material comprometido. O correto é executar cortes com serra, tipo Makita, em torno do perímetro da área a ser recuperada, de modo a promover superfícies horizontais e

verticais sobre as quais o novo material irá aderir. Um outro aspecto importante e quase sempre ignorado é a existência de vazios sob a junta, na interface concreto/terreno, permitindo ao piso fletir ao receber a carga da empilhadeira. O piso fletindo fará com que a roda da empilhadeira vá de encontro a outra borda da junta, na forma de uma saliência, com um impacto extremamente prejudicial, minando qualquer recuperação ali executada. Esses vazios devem ser detecta-

continua na pág. 7

Proteção em pisos de frigoríficos?

SÓ COM
EPÓXI SUBZERO RG

- Proteção química e mecânica perfeitamente aderida sobre o piso de concreto gelado.
- Cura rápida. Mínima perda de produção.
- Excelente adesão em pisos com até -40°C.
- Totalmente atóxico e não inflamável. Aprovado pela FDA e USDA americanas.

EPÓXI SUBZERO RG

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-4702
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 2



É terminantemente proibido fazer qualquer acabamento no concreto enquanto a sua água estiver exsudando. O acabamento só deverá ser feito após a ausência daquele brilho que ainda informa que há água sobre o concreto. De outra forma, aumentar-se-á o fator A/C, promovendo uma futura superfície poeirenta e cheia de fissuras.

dos através do teste do arraste de correntes e, a seguir, preenchidos com injeção de calda e cimento. Dever-se-á dar atenção especial a furos adicionais para a saída da calda durante a injeção e também à profundidade do tratamento.

Falamos sobre o questionamento ao material a ser empregado na recuperação. A queda de braço entre o novo material a ser empregado na recuperação e a antiga base deverá ser motivo de discussão futeboleira. A utilização de materiais mais duros ou com maior módulo, mais impermeáveis, mais isso, mais aquilo, gera sérias incompatibilidades (veja RECUPERAR nº 25).

Pintura ou overlay?

Freqüentemente, após a limpeza e preparação de um piso antigo de concreto, pas-

samos a ter uma superfície bem mais castigada que, certamente, não ficará boa com um piso epóxico comum. A mudança tópica provocada na superfície, com limpeza, hidrojateamento e/ou fresagem, evidenciou marcas profundas, grande quantidade de fissuras e extensas áreas com agregado graúdo exposto. O que fazer? Bem, certamente o cliente deseja um piso mais resistente e liso que, para variar, estará sujeito a um tráfego de veículos mais pesados e mais intenso que o anterior.

Para uma situação como esta, sugere-se abandonar a idéia do piso epóxico e partir para um revestimento cimentício comumente chamado overlay. Antes de mais nada, dever-se-á restituir a monolitidez da placa de concreto com metacrilato. A preparação estará completa com uma fresagem subsequente com pelo menos 2mm de profundidade. Jamais use ataque químico pois enfraquece a superfície e contamina o concreto armado. Recomendamos um overlay de 20 a 50mm de espessura, com baixo fator A/C, acabamento liso e que, no final das contas, terá uma bela resistência à abrasão.

Os segredos para um excelente overlay

Overlays de micro-concreto aparentemente são fáceis de fazer. A ordem de problemas, no entanto, é grande. Os principais problemas são a natural retração que sofre e o conseqüente descolamento do concreto original. O uso de epóxis ou outros polímeros como agentes de colagem entre o concreto original e o overlay é totalmente contra-indicado já que, freqüentemente, acabam comprometendo a ligação. O coeficiente de dilatação térmica destes polímeros, normalmente, é 20 vezes superior ao do concreto, incrementando ainda mais



O acabamento no overlay só deve ser feito após o término do processo de exudação da massa.



Pisos com alta resistência? só com DURO 10.

DURO 10 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-as extremamente duras, densas e praticamente impermeáveis. Com este simples tratamento cessa a poeira, as marcas de pneus e outros problemas. Uma nova composição para a antiga fórmula de endurecer pisos. O piso de concreto tratado com DURO 10 não arranha e não perde película. O tratamento ocorre dentro da massa do concreto a uma profundidade de 3 a 10 milímetros, dependendo da sua porosidade. Com DURO 10 promove-se também uma excelente cura do concreto, neutralizando as substâncias alcalinas não reagidas, responsáveis pela desintegração da superfície.

DURO 10 não é uma pintura. Logo, não arranha ou perde a película.



DURO 10

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br



Fax consulta nº 4



Para grandes áreas é importante usar régua vibratória para compactar e adequar o nível final da superfície.

o processo natural de descolamento do overlay, devido à retração e a movimentos diferenciais. De que adianta termos um potente agente polimérico de colagem, com 90Mpa de resistência à tração, se a do overlay e do concreto base, comumente, não passa de 3,5Mpa?

A prática da saturação do concreto original, seguido da aplicação de uma pasta de cimento com um polímero acrílico ou de estireno butadieno costuma dar bons resultados. Obviamente, o overlay deverá ser lançado imediatamente a seguir. Embora esta seja uma boa prática para evitar o descolamento do overlay, não é a melhor. Testes de arrancamento confirmam que o melhor agente de colagem para um overlay é o próprio overlay. Adiciona-se mais 5% de pasta, deixando-o mais argamassado. A superfície deverá estar apenas úmida, sem qualquer presença d'água, já que os vazios ou poros do concreto deverão estar isentos da presença d'água, de modo a serem preenchidos com a pasta do overlay. A presença d'água impede a pasta de adentrar. No início dos serviços, posicione imediatamente na frente da turma que irá "puxar" o overlay, com a régua vibratória, dois ou três homens com vassourões esfregando o próprio overlay no substrato. Esta estratégia garante um contato

íntimo da própria pasta do overlay sobre a superfície e vazios do concreto base. Mais, impede também a formação de bolhas de ar entre o overlay e a base. A utilização de régua vibratórias é fundamental para o sucesso da obra, pois garantirá uma excelente compactação, assegurando adesão à primeira camada de ligação. As juntas deverão ser cortadas exatamente sobre as do concreto original, pegando toda a profundidade.

A cura, como sempre, será a responsável para o sucesso do novo piso. Com uma pequena hidrojateadora, deixe um funcionário jateando para o alto, produzindo uma neblina sobre o local. Logo que puder, aplique um agente de cura acrílico, seguido de



A formação de neblina após a concretagem resfria o ar e restringe a evaporação. Algumas horas após, com o endurecimento, usar-se-á lona plástica.

um filme ou lona de polietileno. O filme poderá ser removido após sete dias. O agente de cura fará seu trabalho daí para a frente. Nas semanas que se seguirão, o overlay sofrerá seu processo de retração à medida que seca. A surgência de pequenas fissuras é absolutamente normal, na superfície. Caso surjam trincas profundas, certamente comprometerão o overlay. A solução é o Metacrilato. Passe fita crepe contornando a trinca e faça um pequeno filete com selante de silicone por cima da fita formando uma berna. Após a cura do silicone, aplique moderadamente o Metacrilato até saturar a trinca. 30 minutos depois tire tudo. A monolitidade estará garantida. **T**

Fax consulta nº 14



Para ter mais informações sobre Métodos de Recuperação.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Koole R.C "Overlay design based on folling weight defectometer measurements" transportation research record nº 700.
- Shahin, M.Y. and Kohn, S.D. "Development of a pavement condition rating procedure for roads, streets and parking lots. Vol. 11: Distress identification manual, Nº M268 U.S. Army construction Engineering Research Laboratory.
- ACI 548-4 "Standard specification for latex-modified concrete (LMC) overlays.
- Industrial Floors Overlays. Grant T. Halvorsen.
- C. Kuilman P.E., K.C. Design and Construction Management.
- Relatórios do American Concrete Pavement Association.

Juntas serradas?

SÓ COM EPÓXI SEMI-RÍGIDO 36

A melhor solução para juntas serradas é com o EPÓXI 36, pois adere nas bordas, permitindo que a junta "trabalhe" adequadamente, impedindo que as rodas da empilhadeira quebre suas bordas.

Juntas serradas precisam ser calafetadas com Epóxi 36. De outra forma, o tráfego de empilhadeiras quebra as bordas das juntas.

Use Tecnologia.

Use EPÓXI 36

Fax consulta nº 5

Juntas serradas precisam da Epóxi 36



Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br



Como recuperar pontes protendidas com vigas-caixão? (I)

Carlos Alberto Monge

A análise meramente superficial de uma viga caixão, com tratamentos antiquados e sem qualquer efetivação de processos localizados de corrosão, posterga um quadro bem mais sinistro, inclusive com suspeitas de corrosão nos cabos de protensão. O ideal é proceder a análise dos potenciais de corrosão, tanto no concreto armado quanto ao longo dos cabos e zonas de ancoragens, antes de qualquer recuperação efetiva.

Novas especificações para identificar e recuperar problemas neste tipo tão particular de estrutura.

A filosofia de nossos órgãos públicos em relação à manutenção de pontes e viadutos é, sabidamente, de aparências, para não dizer perigosa. Quer dizer, só se recupera quando verifica-se que a estrutura está mais do que sintomática. A lógica técnica, diria o caipira de Pirapora, está em não deixar o cabrito morrer nem a onça passar fome. É por aí. A maioria de nossas pontes e viadutos em concreto protendido com vigas-caixão foram construídas há mais de vinte anos, sendo que a grande parte delas está no sul ou sudeste. Invariavelmente, todas apresentam algum problema, sério ou não.

A estratégia do caipira é extremamente perigosa para qualquer tipo de estrutura, particularmente superestruturas deste tipo. Infelizmente, projetos de vinte ou trinta anos atrás não foram prestigiados por essa quantidade global de instruções disponíveis hoje em computadores, de modo a encarar uma

variedade de carregamentos, efeitos do tempo e, acredite, os efeitos da protensão. Ao contrário, foram realizados à mão, com base em regras práticas, suposições e critérios que, hoje, são claramente inadequados, par-

ticularmente para a necessidade da manutenção do estado de compressão dos caixões. Os materiais de protensão eram muito variados, assim como o aço, que hoje possui outra qualidade.

PVC MANTA

MANTA DE PVC FLEXÍVEL ULTRA RESISTENTE

A melhor solução impermeabilizante

- Edificações.
- Aterros sanitários.
- Cisternas.
- Tanques de dejetos.
- Reservatórios e canais.
- Impermeabilização de lado positivo.

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 10



40 milhões de m² colocadas no mercado atestam a eficiência da manta de PVC flexível, ultra resistente. Peça seu catálogo hoje mesmo.



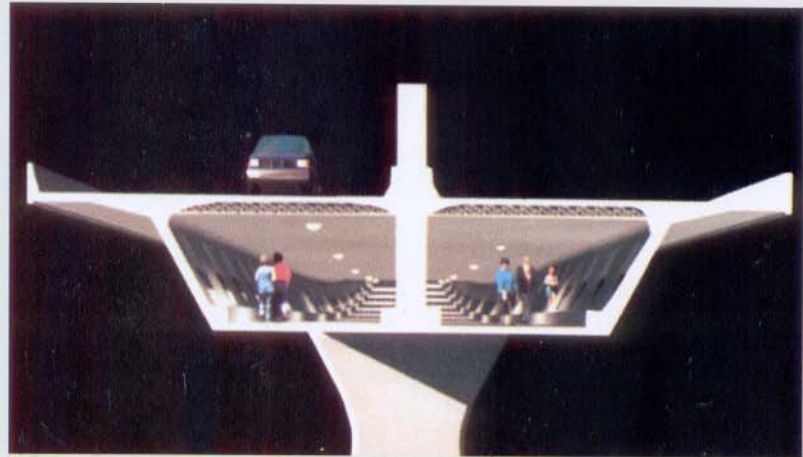
Estruturas protendidas devem, antes de qualquer trabalho de recuperação, ser avaliadas por profissionais especializados em protensão e corrosão, resultando daí as regras que deverão ser seguidas na obra de recuperação. Obras de recuperação superficiais neste tipo de estrutura significa acender uma bombarelógio e lavar as mãos.

As vigas caixão

Uma seção de viga-caixão típica é formada por duas paredes interligadas por lajes inferior e superior. Todas em concreto armado. Toda a estrutura funciona como uma viga (ou caixão) simples. Os cabos de proteção passam através do caixão, subindo e descendo, de modo a tirar vantagem da distância ao eixo neutro para, efetivamente, reduzir ou eliminar tensões de tração. Os cabos de protensão também podem ser instalados, tanto na laje inferior quanto na superior, ou externamente.

Nas extremidades do caixão, frequentemente posicionam-se os cabos em sua região superior, de modo a reduzir a excentricidade da força de protensão.

As vigas-caixão, para se manterem bastante resistentes, precisam ser mantidas em compressão, através de cabos de protensão que, tracionados, impõem este estado de tensões



Projeto de ponte com duas vigas-caixão. Repare que está sendo aproveitado o interior da estrutura para a passagem de pedestres. Aproveitamento e controle melhor da estrutura.

aos inúmeros segmentos que compõem a estrutura. A eficiência de uma superestrutura como esta só é obtida mantendo-se este estado de compressão.

Verdadeiramente, torna-se necessário readequar todas as superestruturas com mais de vinte anos, porque seu dimensionamen-

to não condiz com o exigido hoje. A ausência de limites bem definidos em relação à fluência (creep), retração e a relaxação do aço são exemplos característicos. A forma mais representativa desta inadequabilidade reside na ausência da consideração dos efeitos dos gradientes térmicos

Existe uma maneira de interromper a

Reatividade Álcali-Sílica

SIM. HÁ.

Para estruturas existentes: **RENEW**® (LITHIUM FÓRMULA)

Para estruturas a serem executadas: **LIFETIME**® (LITHIUM FÓRMULA)

Tele-atendimento
(0XX21) 2494-4099 • fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 12



Neste viaduto, com dupla viga-caixão, a encrenca é grossa: junta de dilatação sem qualquer tratamento impermeabilizante, corrosão configurada em ambas as extremidades da estrutura, corrosão na zona de fretagem do pilar etc. Conseqüências? Quem se arrisca?

conseqüências, além de inibir efeitos estruturais adicionais. O leque de sintomas, usualmente, continua com problemas nas ancoragens dos cabos e nos seus pontos de desvio.

O que é preciso deixar claro é que se o quadro de trincas/fissuras continuar, por si só, já é a manifestação de um grande problema. Adicionalmente, será o tiro de partida para uma encrenca ainda maior chamada corrosão nas armaduras e corrosão sob tensão nos cabos de protensão. A recuperação deverá ser iniciada tão logo os engenheiros especializados em protensão e corrosão que farão a vistoria, estabeleçam as regras da recuperação, neutralizando a corrosão e restabelecendo o estado de compressão original. Esta medida é incontes-

tavelmente mais correta economicamente falando do que aquele estado virulento de acumulação de danos, que se costuma ver e aceitar, estabelecendo-se metas de recuperação incompletas que comprometerão futuramente a obra.

A importância do gradiente de temperaturas

O aumento e a diminuição da temperatura, hoje, é um importante fator a ser adicionado ao dimensionamento dos apoios e das juntas de dilatação. Ainda assim, é comum sabotar-se esta variável no dimensionamento de superestruturas. Vamos entender sua importância.

Um gradiente de temperaturas existe quando o tabuleiro da ponte/viaduto torna-se mais quente que sua região inferior. Quando o tabuleiro de uma superestrutura estiver mais frio do que sua região inferior, existirá um gradiente de temperaturas pò-

sobre a estrutura de concreto e a importância destas forças que, desconsideradas, geram fissuras e trincas de flexão. A AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) possui especificações atualizadíssimas acerca dos limites de fluência, retração, relaxação do aço e, principalmente, sobre as cargas térmicas a serem usadas no dimensionamento.

Trincas/fissuras de cisalhamento, flexão, sintomas mais comuns do que filmes de bague-bague reprisados em TV a cabo, podem ser tratadas através de protensão externa, que adicionará compressão ao sistema, fechando aqueles problemas e suas

Trincas generalizadas na ponte Guilherme de Almeida, situada na rodovia Castelo Branco, reforçada com protensão externa. A ponte tem 17,40 metros de largura e 448 metros de comprimento, possuindo seção com 3 vigas-caixão.



Rumo às Estruturas Inteligentes

Breve, breve toda estrutura de concreto armado e protendido estará sob controle, no que tange à corrosão. A **GALVAPULSE**, com seu revolucionário design e pronto diagnóstico, antecipou-se no tempo, oferecendo todo o poder do controle da corrosão.

GALVAPULSE oferece:

- A velocidade da corrosão em 10 segundos.
- O reconhecimento da corrosão nas armaduras, mesmo em ambiente anaeróbico.
- Potenciais e resistividade simultaneamente.
- Eletrodo com design moderníssimo.
- Computador e software fácil de operar.
- A corrente que circula nas armaduras.
- Dados fáceis de acessar para o Windows, obtendo-se o mapeamento em 2D e 3D.



GALVAPULSE
O domínio da corrosão.

Tele-atendimento
(0XX21) 2494-4099
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 13



Este viaduto, com apenas uma viga-caixão, apresenta sintomas de corrosão na lage inferior.

sitivo e a viga-caixão sofrerá uma contração entre apoios. Para o caso de uma estrutura contínua, ocorrerá um aumento do momento negativo junto aos pilares. O gradiente negativo existirá quando o tabuleiro da ponte/viaduto estiver mais quente do que sua região inferior, promovendo o aumento dos momentos negativos nos apoios internos da estrutura (contínua).

O gradiente de temperaturas não ocorre em superestruturas de um único vão, desde que não existam limitações aos momentos nos apoios. Caso contrário deformações ocorrerão.

A zona de ancoragens e seus problemas

Efetivamente, é aí que mora o perigo, já que é residência constante de enorme quantidade de tensões e de briga entre projetistas e fabricantes de ancoragens. Resumo da ópera: cada um empurra para o outro a responsabilidade desta "bomba". Trata-se de lugar tão crítico que a própria AASHTO

estabeleceu, recentemente, novas regras que definem tal região, especificamente aquelas atrás das ancoragens, que deverão ser de responsabilidade do fornecedor. Região extremamente estressada e geralmente com ausência de armaduras adequadas, costuma mostrar grande quadro de fissuramento. E o pior, com manchas de corrosão.

De qualquer maneira, fica a certeza de que zonas de ancoragens de obras passadas,

GLOSSÁRIO

Tensão de relaxação – diminuição da tensão com o decorrer do tempo, de um material submetido à deformação constante.

Módulo de elasticidade – é a relação entre a tensão normal e a correspondente deformação, considerando-se as tensões de compressão e tração abaixo do limite de proporcionalidade do material. Também conhecido como módulo elástico, módulo de young, sendo representado pela letra E.

Módulo de rigidez – é a relação entre a tensão de cisalhamento unitária e a deformação de cisalhamento unitária correspondente. Conhecido como módulo de cisalhamento.

Módulo de compressão – é a relação entre a tensão de compressão e a deformação volumétrica específica.

efetivamente, não receberam a atenção que realmente deveriam ter e, naturalmente, devem ser motivo de uma adequação, particularmente no que tange à neutralização concreta da corrosão com proteção catódica feita com anodos de sacrifício.

Na próxima edição apresentaremos, de forma bem clara, locais específicos de problemas provocados pela ação do tempo sobre este tipo de superestrutura, onde fluência e retração do concreto reduzem, efetivamente, a protensão e, como consequência, a força compressiva da estrutura fazendo aparecer perigosas tensões de tração.

Fax consulta nº 15



REGUPERAR

Para ter mais informações sobre Técnicas de Recuperação.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Alberto Monge é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- AASHTO (American Association of State-Highway and Transportation Officials). Guide Specifications for Design and Construction of Segmental Concrete Bridges.
- Comité Euro-International du Béton and Fédération Internationale de la Précontrainte. International System of Unified Standard Codes of Practice for Structures, Vol. II. Published by Comité Euro-International du Béton.
- Libby, James R., Modern Prestressed Concrete: Design Principles and Construction Methods.
- Menn, Christian, Prestressed Concrete Bridges.
- NCHP Project 10-29 staff, Proposed Post-tensioned Anchorage Zone Provisions for Inclusion in the AASHTO Segmental Bridge Specifications, ed. John E. Breen, Ferguson Structural Engineering Laboratory, Austin, Texas, for Transportation Research Board, National Research Council.

RECONCRET

Engenharia de Recuperação e Estruturas Ltda

Av. Euzébio Matoso, 422
São Paulo
Fone: (11) 3812-2877
Fax: (11) 3812-9910

- RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS.
- REFORÇO ESTRUTURAL COM UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE CARBONO.
- REFORÇO DE FUNDAÇÕES COM P.G.
- TRATAMENTO DE CONCRETO APARENTE.
- IMPERMEABILIZAÇÃO COM INJEÇÃO DE POLIURETANO.





Um novo mundo chamado nanosfera.

EA#D7863 3.0kV 5.6mm x300k SE(M) 03/28/2001

1.00um

Nanopartículas de titanato de lítio tornarão mais fácil e rápida a recarga das baterias.

Glória Maria Santos

Entre também neste fabuloso mundo que está transformando a engenharia.

“O que aconteceria se pudéssemos manipular os átomos da forma que desejassemos?” Esta foi a pergunta que o físico americano Richard Feynman, Prêmio Nobel de Física de 1965, deixou no ar ao receber seu prêmio. Feynman falava em manipular átomos em uma época em que ninguém sequer havia visto um deles. Hoje, cerca de quarenta anos depois, as idéias do físico ganharam forma no domínio do micro-micro – a nanotecnologia – assim chamada porque seus objetos de estudo costumam ser medidos em nanômetros (10^{-9} m). Com esta tecnologia poderemos construir supercomputadores que caibam no bolso, gravar bibliotecas inteiras em superfícies de centímetros quadrados ou utilizar microsondas para fazer testes sanguíneos dentro do corpo humano. Talvez ainda demore alguns anos para que tudo isso se torne realidade, mas o caminho já está traçado e os

resultados começam a surgir.

A nanotecnologia é considerada uma das mais promissoras áreas da ciência e, talvez, só exista como prática hoje porque há algumas décadas, cientistas que estudavam o comportamento da matéria contestaram conceitos da física clássica, dando origem à física quântica. Esta última, por sua vez, forneceu a base teórica necessária para a criação do microscópio de varredura por efeito de túnel (scanning tunneling microscope), ferramenta fundamental para termos acesso ao domínio do micro-micro. Com o microscópio de efeito túnel, passou-se a enxergar os átomos, antes jamais vistos e, ainda, manipulá-los. Áreas científicas como a microeletrônica, mecatrônica, biotecnologia, oticaeletrônica, medicina, farmacologia, engenharia espacial, física e civil estão sendo impulsionadas por esta tecnologia.

GLOSSÁRIO

Compósito – é, basicamente, qualquer material constituído por dois ou mais componentes, com composição, estrutura e propriedades distintas. Estão separadas por uma interface. O concreto, por exemplo, é um compósito.

Energia livre de superfície – é a quantidade mínima de trabalho necessário para criar uma determinada interface.

Interface – termo que indica um limite entre duas fases imiscíveis.

Magneto – denominação abreviada de um equipamento magnetelétrico, destinado a pôr em funcionamento os motores à explosão.

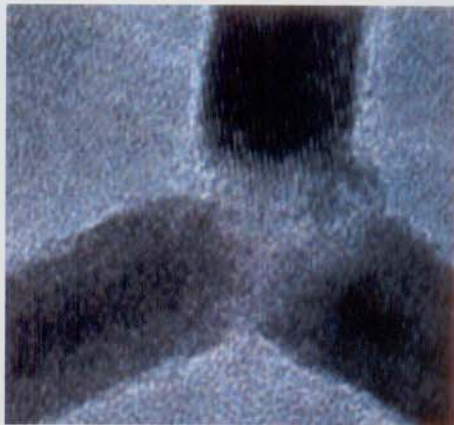
Nucleação – estágio crítico do processo de produção de um polímero, no qual um pequeno grupo de monômeros agrega-se em disposição correta, iniciando a polimerização.

Nylon 6 – nome comercial de uma fibra sintética obtida pela condensação da caprolactama (uma amida cíclica), utilizada em múltiplas aplicações, graças a valiosas propriedades relativas à elasticidade, resistência etc.

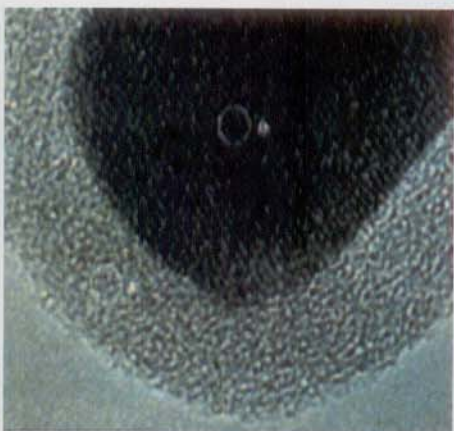
Reologia – ciência que estuda a deformação e o fluxo dos materiais.

Sinterização – é a designação dada ao processo de formação de ligações e consolidação entre partículas, quando sujeitas a aquecimento acentuado.

continua na pág. 22



Processos de fase gasosa produzem nanocristais de diferentes tamanhos e morfologias, como estas partículas anisotrópicas com a forma de estrelas.



Uma partícula nanocristalina com 5mm, de um nanocompósito pertencente a uma nova tinta.

Do ponto de vista econômico, a nanotecnologia representa uma indústria global que movimenta hoje uns poucos bilhões de dólares por ano com expectativa de

Apostando em nanotecnologia

A pesquisa e o desenvolvimento da nanotecnologia está a mil nos Estados Unidos, Europa e Ásia. Administradores públicos e investidores de empresas privadas estão gastando milhões de dólares em tecnologia molecular que, entre outras coisas, pode revolucionar o modo como os materiais são feitos, como as construções são realizadas e no tratamento de seres humanos.

A nanotecnologia é tão promissora que, desde janeiro de 2002, praticamente todos os setores do governo americano foram premiados com projetos nesta área.

Atualmente, seis conceituadas universidades americanas são consideradas pela National Science Foundation como Centros de Nanotecnologia. Entre elas estão as universidades de Columbia, Cornell e Harvard.

crescimento para muitos bilhões nos próximos oito anos (de acordo com a Nanobusiness Alliance). Nanopartículas já são encontradas em uma enorme gama de produtos que variam de resinas a explosivos. As nanopartículas inorgânicas representavam, em 2000, uma indústria de meio bilhão. Em 2005 chegará a um bilhão de dólares.

O interesse em nanopartículas é muito grande e seus idealizadores investem cada vez mais em pesquisas, pois sabe-se que o atual nível de conhecimentos representa apenas a ponta do iceberg. Pequenas empresas têm se associado a grandes complexos industriais, visando novas aplicações para suas nanopartículas.

Aplicando a nanotecnologia

A nanotecnologia tem encontrado uma diversidade de aplicações. A maior fatia do mercado de nanopartículas, hoje, pertence aos produtos eletrônicos. Nanocristais de óxido de silício e vários óxidos metálicos compõem aquele abrasivo que se usa para polir, de forma químico-mecânica (chemical-mechanical planarization, ou CMP), os chips semicondutores.

Até agora falamos em tamanho. Mas esta não é a única vantagem das nanopartículas. Comparadas às partículas de tamanho micro ou submicro, nanocristais apresentam área superficial muito maior e propriedades fantásticas em função de um comportamento físico-químico totalmente diferente dos materiais em escala padrão. Cientistas procuram, justamente, entender e ultrapassar este vácuo. Se misturarmos mo-

GLOSSÁRIO

Superfície – termo que denota uma interface, onde uma das fases é um gás (normalmente ar).

Esta não é uma boa injeção...



...mas para impermeabilizar com injeção de gel é preciso conhecimento.

Este é o gel da concorrência

Procedência	Alemanha
Base	Poliuretano
Coloração	Marrom Claro
Densidade	1,02g/cm ³
Relação de mistura	3:1 em peso
Viscosidade	285cps
Pot life	50'
Tempo de reação	2 horas
Resistência à tração	-
Dureza Shore	40
Preço	R\$ 55,00/litro
Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.	

Viu? Agora nos próximos serviços de injeção de poliuretano para acabar com infiltrações em barragens, estações de tratamento de águas e esgotos etc., não aceite outro GEL para injetar.

Fax consulta nº 21

Este é o GEL XPTO

Procedência	Alemanha
Base	Poliuretano
Coloração	Marrom Claro
Densidade	0,98g/cm ³
Relação de mistura	2:1 em peso
Viscosidade	70cps
Pot life	50'
Tempo de reação	2 horas
Resistência à tração	2,2MPa
Dureza Shore	52
Preço	R\$ 45,00/litro
Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.	

Injete XPTO

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740 • fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br

A liderança do Japão

O Japão está à frente dos Estados Unidos em termos de investimentos em nanotecnologia pelo segundo ano consecutivo, em função de investimentos maciços da ordem de US\$ 40 bilhões/ano. Ásia, Taiwan e China também têm despertado seu interesse em nanotecnologia. Recentemente, em Taiwan, foi inaugurado um centro de pesquisas em nanotecnologia visando cinco áreas de pesquisa: nanomateriais, nanoeletrônicos, nano-oticoeletrônicos, nanoquímicos e nanobiotecnologia. Também foi aberto um centro de nanotecnologia na China, onde o governo espera que sejam gerados cerca de meio bilhão de dólares em produtos até 2005. Na Europa, além do lucro comercial, objetiva-se melhorar a qualidade de vida na informação e no crescimento sustentável da sociedade.

No Brasil, diferentemente dos países acima citados, ainda não se tem notícia de investimentos tão vultuosos em nanotecnologia, seja por parte de agências de fomento à pesquisa ou mesmo pelo setor privado. Contudo, dentro de alguns meses deve entrar em funcionamento o Centro Nacional de Referência em Nanotecnologia, ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). A princípio, são previstos investimentos entre US\$ 200 e US\$ 300 milhões nos próximos dez anos, destinados principalmente a apoiar laboratórios de pesquisa e também a ajudar micro empresas ou de porte a aplicar a tecnologia. Tudo indica que, nos próximos anos, poderemos estar colhendo os frutos desta importante iniciativa.

lécules poliméricas, por exemplo, às partículas nonométricas poderemos gerar mudanças drásticas nas características do material, conferindo-lhe propriedades inusitadas. As nanopartículas podem atuar como sítios de nucleação para moléculas poliméricas. Quer um exemplo? Se introduzirmos plaquetas de argila de tamanho nanométrico no Nylon 6, acontecerá uma série de propriedades reológicas e mecânicas realmente interessantes.

Como se não bastasse, novos materiais formados por nanopartículas estão sendo direcionados à produção de ímãs mais poderosos, magnetos, microsensores magnéticos mais eficientes, diagnóstico médico, catálise química, sistemas de liberação de medicamentos, pigmentos para tintas e cerâmicas, entre outros. Do ponto de vista tecnológico, as aplicações já citadas abrem

portas para outras em diversos campos do conhecimento, da engenharia à computação, sem contar nas possibilidades que surgirão a partir dos resultados das pesquisas em andamento sobre o assunto.

Inovações tecnológicas

Engenheiros da Universidade de Ohio desenvolveram, recentemente, um nanocompósito que poderá substituir o plástico. O objetivo da pesquisa é produzir uma espuma de plástico tão resistente que possa substituir o plástico sólido em aplicações estruturais, como os painéis de automóveis e aviões. O material deverá ser mais leve e ter a mesma aparência do plástico sólido. A descoberta, bastante simples, consistiu em adicionar nanopartículas de argila ao plástico quente, havendo a formação de pe-



Suspensão de nanocristais de sílica são usados para polir semi-condutores.

quenas bolhas de ar ao redor destas partículas, ocorrendo a adesão. O resultado é que as bolhas formadas são tão pequenas, (da ordem de $5\mu\text{m}$) que conferem ao material propriedades surpreendentes.

A Honeywell International Inc. introduziu, recentemente, uma linha de produtos de nanocompósitos à base de Nylon 6, melhorando suas propriedades de barreira ao oxigênio e acabamento estético, exibindo um aumento de 30 a 50% nos módulos de tração, flexão e resistência à flexão, com excepcional resistência térmica. Um de seus nanocompósitos, denominado Aegis NC, apresenta uma eficiência seis vezes maior na prevenção da difusão de CO_2 e O_2 através do material adequado ao revestimento de embalagens de papelão usadas para sucos de frutas. Esta tecnologia também tem sido aplicada no revestimento de embalagens plásticas como as de PET, tornando-as tão atrativas quanto as de vidro e aumen-

Corrosão é voltagem e mede-se com semi-pilha.

SEMI-PILHA É CPV4

CPV4 mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar ou monitorar, de tempos em tempos, o estado de corrosão e a sua evolução, antes que a estrutura comece a ter deslocamentos e armaduras expostas.

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-4702
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 22

tando a vida útil dos produtos de seis meses para 1 ano.

Baterias recarregáveis para telefones celulares e computadores portáteis também podem ser premiadas com nanopartículas. Uma empresa de nanotecnologia (Altair Nanotechnologies Inc.) patenteou um processo de produção de nanopartículas de titanato de lítio ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) que têm características necessárias para a próxima geração de baterias de lítio. Estas baterias poderão ser recarregadas mais vezes e muito mais rapidamente que as atuais. Os nanocristais suportam ciclos de carga e descarga inferiores a um minuto e podem ser recarregadas milhões de vezes sem serem deterioradas. Breve, portanto, baterias e laptops poderão ser recarregados em 5 minutos ao invés de 2 a 5 horas.

A empresa alemã Degussa AG está desenvolvendo alguns processos de fase gasosa, a altas temperaturas, para produzir nanocristais de óxido de zircônio (material amplamente utilizado pela indústria cerâmica, que apresenta alta resistência à corrosão). Considerando-se que cristais

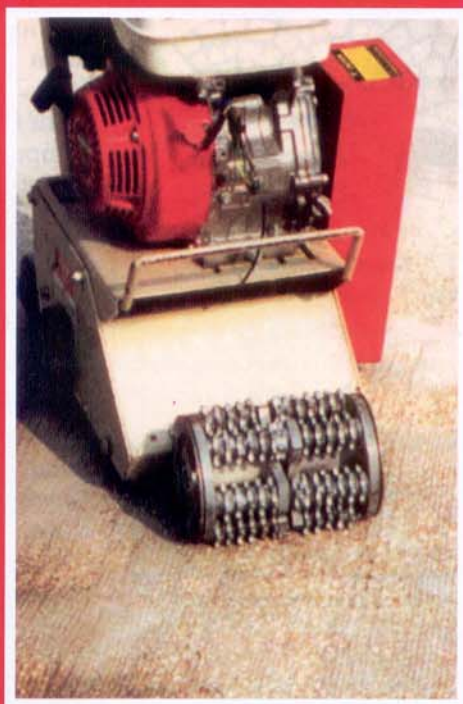
de zircônio formam-se enquanto suspensos em gás, apresentam diferentes tamanhos e morfologias em relação aos óxidos de zircônio precipitados, sem nenhum resíduo de surfatante em sua superfície. As diferenças traduzem-se em temperaturas de sinterização 200°C mais baixas em relação ao processo convencional. O objetivo desta tecnologia é adquirir conhecimentos a partir dos processos de fase gasosa a altas temperaturas e aplicá-los para alguns casos, na produção de grandes quantidades de materiais altamente funcionais de baixo custo. Os alemães têm trabalhado com alguns outros nanomateriais visando sua comercialização. Uma dica? Estão trabalhando com polímeros contendo nanocristais de 20 a 50nm de óxido de índio e estanho (OIE). Quando uma finíssima camada dessa nanosubstância é adicionada a uma superfície, o nanocompósito formado seca, formando sistema reticulado de partículas de OIE que conduz eletricidade através do filme, tornando-se um revestimento antiestático adequado para monitores de



Grupo falcão bauer

Rua Aquinos, 111 - São Paulo - CEP 05036-070
fones: (11) 861-0833 / 861-0677 - fax: (11) 861-0170
internet: <http://www.falcaobauer.com.br>
e-mail: bauer@falcaobauer.com.br
CRENCIADO: INMETRO E IBQN

- Controle global da qualidade na construção;
- Controle tecnológico de concreto, solos e pavimentação;
- Recuperação e reforço de estruturas;
- Gerenciamento e fiscalização de obras;
- Inspeções e laudos técnicos em estruturas;
- Provas de cargas e controle de recalques;
- Análises químicas, físicas e metalográficas.



Fresagem do concreto? Remoção de tintas? Escarificação de pisos?

Utilize nossas fresas, com motor elétrico ou à gasolina, para preparar pisos, seja para aplicação de overlays, epóxi ou impermeabilização.

A fresagem garante a adesão.

FRESAS

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 23

Não perca tempo. Tecnologia, materiais e equipamentos.

ON LINE
RECUPERAR
www.recuperar.com.br

tela-plana, monitores de computador, filmes fotográficos e com enorme aplicação na engenharia civil. Custarão um décimo do revestimento antiestático convencional.

O físico brasileiro Peter William de Oliveira, que pertence a um grupo de pesquisas no Instituto de Novos Materiais de Sa-

arbruecken, na Alemanha, foi premiado em 2001 pelo Fórum de Nanotecnologia de Berlim, por descobertas importantes na área de nanotecnologia ótica. Os produtos desenvolvidos pelo brasileiro podem ser aplicados tanto na fabricação de lentes de óculos como na de filtros óticos, que tornam aparelhos de ar-condicionado mais econômicos, ao reduzir a intensidade dos raios solares que passam pelas janelas.

Tais aplicações ainda não se tornaram realidade, mas com a pesquisa em nanopartículas crescendo tão rapidamente, dificilmente Richard Feynman ficaria desapontado.

GLOSSÁRIO

Surfactante – palavra derivada do termo "agente ativo de superfície". É a substância que tem a propriedade de ser adsorvida na superfície ou interface do sistema, alterando a energia livre daquela superfície (interface).

Fax consulta nº 24



REGUPERAR

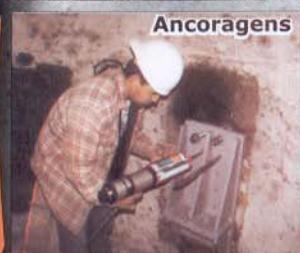
Para ter mais informações sobre Pesquisa.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Glória Maria Santos é engenheira química.
- National nanotechnology initiative.
- European Commission's fifth framework programme.

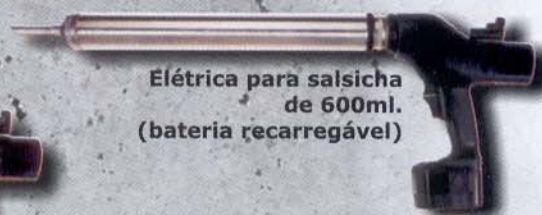
Pistolas de cartucho único e duplo, simples ou pneumáticas?



Pneumática para cartucho duplo, de 300ml x 300ml e 300ml x 150ml. Com reversão de ar.



Elétrica para cartucho único. (bateria recarregável)



Elétrica para salsicha de 600ml. (bateria recarregável)

Com essa quantidade de adesivos de baixíssima viscosidade que existe hoje, já não há necessidade de equipamentos de injeção. Dispomos de pistolas para cartucho único ou duplo, manuais, elétricas (recarga) ou pneumáticas, para serviços em pisos, lajes, vigas e pilares, como também em ancoragens. Dispomos de cartuchos vazios, simples ou duplos (em qualquer relação de mistura). É só encher, colocar na pistola e pronto. Economia, praticidade e rapidez.

Tele-atendimento - (0XX21) 2494-4099 - fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br • Fax consulta nº 25

Os segredos da CORROSÃO III

Joaquim Rodrigues

Mais dicas eletroquímicas para aperfeiçoar seus conhecimentos sobre a corrosão no concreto armado-protendido.

Esta matéria é a complementação das duas anteriores apresentadas nas edições 46 e 47. O concreto é uma estrutura complicada do ponto de vista eletroquímico. Suas características fazem com que o fenômeno da corrosão, em suas armaduras, seja predominantemente um processo catódico, motivado pela inclinação maior das curvas ca-

tódicas em relação à curva anódica. Isto quer dizer que quem manda mesmo no processo de corrosão das armaduras do concreto são os mandos e desmandos que ocorrem em torno de sua reação de alimentação (que acontece nos catodos) e não nos agitos em torno da reação de dissolução no anodo.

Analisando o comportamento das curvas catódicas responsáveis pelo desenvolvimento da corrosão no concreto armado, vemos que sua maneira de agir ou reagir, tem a ver com a introdução (alimentação) do oxigênio, sozinho ou dissolvido na solução que adentra pelos vazios do concre-

continua na pág. 28

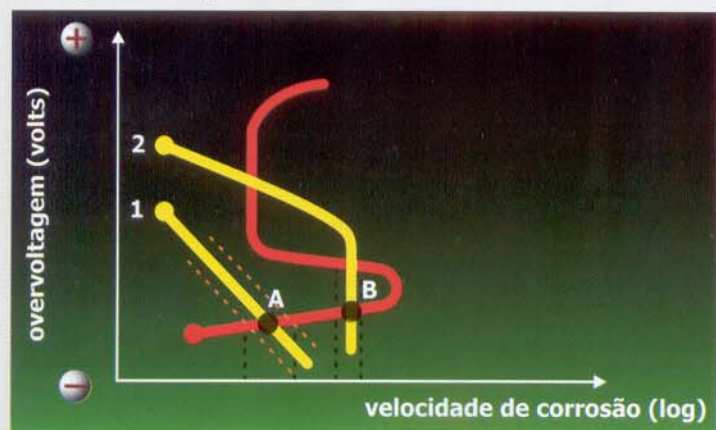


Figura 1 - Repare que a inclinação das curvas catódicas (amarelas), seja por ativação (1) ou concentração (2) é mais intensa que a anódica (vermelha), caracterizando o controle catódico da reação de corrosão, evidenciado pela posição em que ocorre a interseção das curvas (pontos A e B).

GLOSSÁRIO

Permeabilidade - todo material ou substância homogênea tem características de permeabilidade ao vapor ou à água líquida. A permeabilidade varia com as condições de exposição da superfície. É a velocidade da passagem de um líquido ou gás através do material. Se um gás, vapor ou líquido é absorvido em um lado de uma peça de concreto e sai pelo outro lado, este fenômeno é chamado permeabilidade. A difusão e a permeabilidade são fenômenos distintos. O primeiro nada tem a ver com vazios no concreto. É a passagem de um gás, vapor ou líquido através do concreto sem que seja afetado química ou fisicamente.



Figura 2 - Analisando apenas a curva catódica, responsável pela corrosão do aço, vemos que para pequenas velocidades a reação catódica é controlada por ativação. Nesta região, à medida que a voltagem torna-se mais negativa, ou seja, alimentação cada vez mais farta, a velocidade da corrosão aumenta. Repare que este comportamento indica um aumento na overvoltagem catódica, significando que o processo de corrosão está com bastante força. A voltagem está cada vez mais negativa, overvoltagem catódica ativa, crescendo, até que chega-se a um ponto em que, mesmo para voltagens cada vez mais negativas, a força da corrosão ou a overvoltagem catódica pára, interrompendo a velocidade da corrosão. Esta é a região da overvoltagem de concentração.

to, à região que está corroendo (pilha de corrosão).

Colocando a lupa sobre a pilha de corrosão, vemos, no catodo, como consequência, a produção crescente de hidroxilas (OH^-) que, em pouco tempo torna-se decrescente, devido a diminuição da concentração do oxigênio na interface concreto-aço, o que é explicado pela fraca mecânica de difusão do oxigênio, a par-

tir da solução intersticial do concreto. Em condições normais, ocorre baixíssimo acesso de oxigênio à superfície da armadura, mas suficiente para promover a corrosão através de uma overvoltagem catódica, puxada por ativação. A prática, no entanto, nos diz que todo o oxigênio existente na interface concreto-aço é consumido, cessando a alimentação e parando a velocidade da corrosão. A overvoltagem

perde força e transfigura-se em um modelo de concentração.

A corrosão pelo acesso fácil do oxigênio

À temperatura ambiente normal, a solubilidade média do oxigênio dissolvido na solução intersticial é da ordem de 4ppm. Logo, em condições normais, a corrosão é puxada na base de uma polarização ou overvoltagem catódica, que acena com uma ativação. À medida que esta solução é incentivada, agitada, pressionada, aerada etc, cria sucessivas concentrações e limitações à velocidade da corrosão. O aumento da ve-

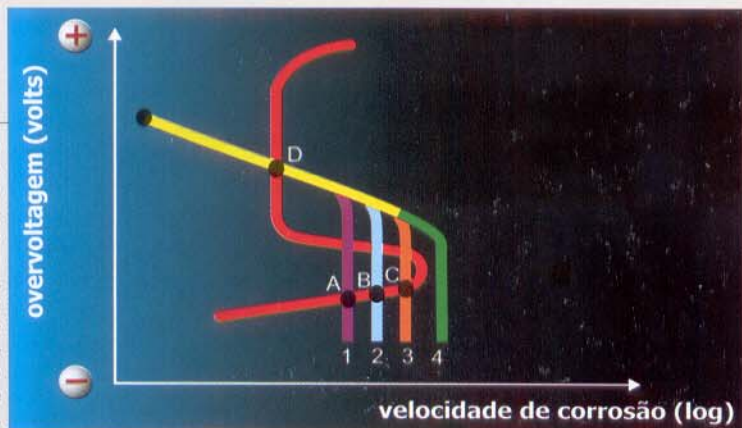
Lápis Medidor de pH

Este lápis mede facilmente o pH de qualquer superfície. Basta riscá-la e pronto. Em poucos instantes o risco na superfície mudará de cor. Comparando esta cor com a tabela fornecida, obter-se-á o pH da superfície.

Tele-atendimento
 (0XX21) 2493-6862
 fax (0XX21) 2493-5553
 produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 27

Figura 3 - O efeito da velocidade de introdução de oxigênio para desenvolvimento da corrosão do aço. Overvoltagens catódicas de concentração mandam e desmandam no processo de corrosão.



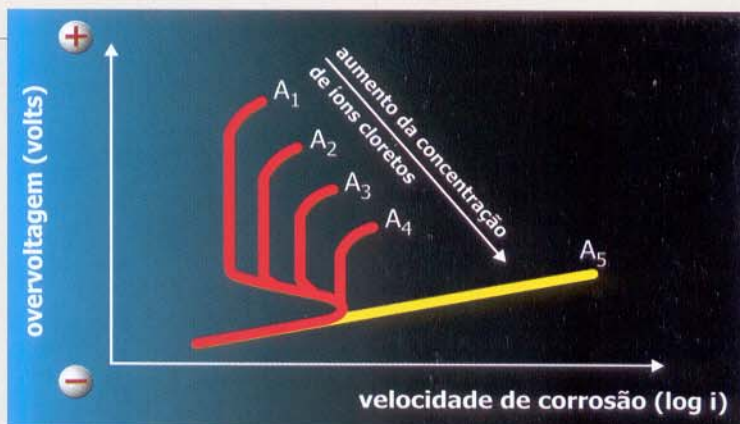
água altera a curva catódica cortando-se o rabo da overvoltagem de concentração, ou seja, incentivando o acesso cada vez maior à superfície da armadura, ao mesmo tempo em que atua na curva anódica diminuindo o trecho de passivação até o ponto em que deixa de existir. Agora imagine a atuação da(s) curva(s) catódica(s) agindo sobre a armadura abaixo caracterizada.

Este efeito do aumento do acesso do oxigênio através da solução induz a idéia de uma diminuição na espessura da camada de recobrimento do concreto. Ou seja, é como se removêssemos a camada de reco-

locidade de difusão ocorre principalmente em estruturas hidráulicas do tipo caixas d'água, reservatórios etc, em que a água está sempre adentrando e saindo.

Neste ambiente, a corrosão é representada pela interseção das sucessivas curvas catódicas com a curva anódica do aço, evidenciando um aumento da velocidade da corrosão através da evolução dos pontos A, B e C. Continuando a agitação, ocorre uma rápida transição para o ponto D, na região passiva do aço, acenando a interrupção do processo de corrosão nas armaduras. Seria excelente se a coisa parasse aí. Mas não é bem assim. A presença de íons cloretos na

Figura 4 - Situação do comportamento da curva anódica do aço apenas, com a existência cada vez maior de íons cloretos. A característica da passivação do aço diminui cada vez mais, até o ponto em que deixa de existir (curva amarela), tornando-se um metal totalmente reativo.



Se você é daqueles que recuperam estruturas com corrosão apenas baseado nos sintomas de deslocamentos, pode apostar, você ainda vai se dar mal.



* Serviços tradicionais de recuperação estrutural motivados por corrosão custam caro, complicam ainda mais o estado eletroquímico das armaduras e dão falsa garantia de alguns anos, quando a corrosão vem mais forte. ZTP economiza grande parte das etapas de recuperação e, simplesmente "delisga" a corrosão.

ZTP
(ZINCO TERMO PROJETADO)

**20 ANOS*
DE GARANTIA
CONTRA CORROSÃO NO
CONCRETO ARMADO**

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-4702
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 28

A proteção catódica com anodo de sacrifício (AS)

A diferença entre as voltagens (DDP) características pertinentes a dois metais diferentes como aço e zinco*, por exemplo, valores estes encontrados na série galvânica, promovem a força necessária para a corrosão galvânica, quer dizer, faz com que a troca galvânica seja assegurada. Por outro lado, o fluxo de corrente que circula entre o AS e a armadura é a medida da dissolução da massa do AS, em função do ataque galvânico. Dividindo a corrente galvânica pela área do AS ter-se-á a densidade da corrente atuante que, como sabemos, é proporcional à velocidade da corrosão.

O efeito das áreas

O efeito entre áreas catódicas e anódicas é fundamental à compreensão da corrosão galvânica. Uma relação tipicamente desfavore-

*** zinco não é um bom metal para anodos de sacrifício no concreto armado, já que passiva-se relativamente rápido, impedindo a troca galvânica, além de ter uma voltagem característica relativamente pequena.**

rável entre áreas tem a ver com um grande catodo ligado a um pequeno anodo, principalmente pelo fato de que no grande catodo haverá farta alimentação à corrosão no pequeno anodo. Se considerarmos um determinado fluxo de corrente atuante, obteremos forte velocidade de corrosão em pequenos anodos e fraca em grandes anodos.

O efeito galvânico promove corrosão acelerada junto à ligação, diminuindo este ataque à medida que se aumenta a separação. A condutividade da massa é importante para a realização do efeito galvânico.

Como se processa a proteção catódica com anodo de sacrifício (AS)

O tratamento da corrosão com proteção catódica feita com AS é bastante eficiente

Série galvânica (EHS) – Volts

Fe	⇔	-0,440
Zn	⇔	-0,763
Al	⇔	-1,662

MC serviços técnicos e engenharia

Não contrate serviços de recuperação.



Contrate soluções em FIBRA DE CARBONO.

Em sua próxima obra de recuperação e reforço estrutural escolha praticidade, eficiência e rapidez.

Consulte-nos, pois temos a maior experiência em serviços de reforço com fibra de carbono.

Ligue hoje mesmo. Atendemos em todo o Brasil. tel/fax: (11) 3904-0122 / 3904-0493

TESTE DE VERIFICAÇÃO DE CONTAMINAÇÃO POR CLORETOS



Extrai-se o pó do concreto a várias profundidades.

Insere-se o pó no recipiente plástico com o reagente. A sonda informará o teor de contaminação por cloretos.



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

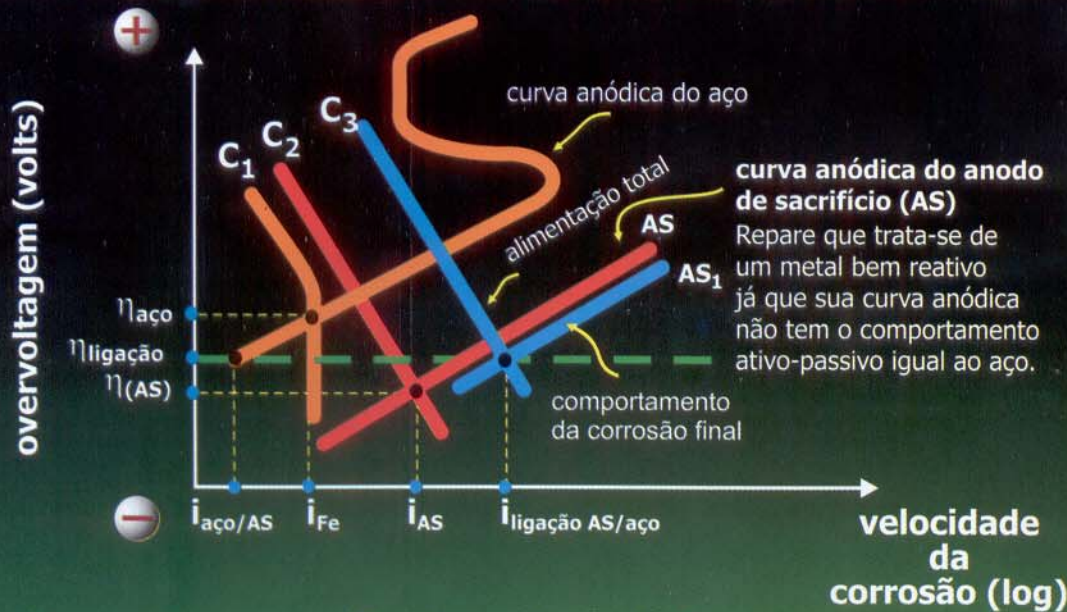
CHLOR-TEST "S" - para superfícies de concreto e metálicas.

CHLOR-TEST "W" - para água de amassamento.

CHLOR-TEST "A" - para areia de jateamento ou do concreto.

CHLOR-TEST

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 31



curva anódica do anodo de sacrifício (AS)

Repare que trata-se de um metal bem reativo já que sua curva anódica não tem o comportamento ativo-passivo igual ao aço.

Figura 6 - Esquema da polarização ou da overvoltagem num tratamento da corrosão com anodo de sacrifício no concreto armado/protendido. Para facilitar a compreensão deste gráfico, acompanhe primeiro as curvas catódica/anódica cor laranja do aço. A seguir, analise as vermelhas catódica/anódica do anodo de sacrifício (AS), sem qualquer ligação (ainda) com o aço. Finalmente, feita a ligação com o aço, analise as curvas de cor azul, catódica/anódica do AS, em processo de corrosão bem mais adiantado.

C₁ - Curva catódica original evidenciando a alimentação da corrosão sobre a superfície do aço.

C₂ - Curva catódica do AS evidenciando a alimentação sobre sua superfície.

C₃ - Curva catódica da proteção catódica instalada na estrutura. Repare que todo processo de alimentação da corrosão insidirá sobre a curva anódica do AS.

e perfeitamente monitorado através de gráficos overvoltagem X velocidade da corrosão. Na figura 6 apresenta-se, inicialmente, uma armadura com sua curva anódica característica ("nariz" e região passiva) e sua curva catódica (ambas cor laranja), evidenciando um estado ativo de corrosão, proporcionado pela interseção das duas curvas na região ativa da curva anódica. O processo de corrosão está limitado por uma overvoltagem de concentração ($\eta_{aço}$). Instalando-se o anodo de sacrifício (AS) na estrutura, porém sem ligá-lo ainda à armadura, tem-se as curvas anódica do AS e catódica (C_2) do processo de alimentação da corrosão que está sofrendo (curvas vermelhas). Repare que a curva anódica do AS não apresenta "nariz" sem região passiva, ou seja é um metal tremendamente reativo. A overvoltagem de corrosão é a η_{AS} , bem negativa. Ao ligar o AS na armadura (cor azul), sua velocidade de corrosão aumenta (AS_1) em razão da troca galvânica que impõe um comportamento mais intenso em sua curva catódica. Agora a overvoltagem que existe é a da ligação aço-AS, ou seja $\eta_{ligação}$, situada entre as duas anteriores. Repare que a ligação do AS na armadura (linha verde) induziu uma velocidade de corrosão maior no AS (posição azul), situada bem mais à frente da vermelha. Ao mesmo tempo, verifica-se que a overvoltagem original de corrosão do aço $\eta_{aço}$ retrocedeu para o valor $\eta_{ligação}$, que acena com uma velocidade de cor-

rosão insignificante. A tarefa de neutralizar ou diminuir a velocidade da corrosão do aço é sempre alcançada com proteção catódica por AS. A relação entre as áreas do AS e da armadura influencia bastante a troca galvânica.

Fax consulta nº 32

RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Corrosão.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologia da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor técnico de diversas empresas.
- Sagoe-Crentsil, K.K. and Glasser, F.P., Steel in Concrete, Part I: A Review of the Electrochemical and Thermodynamic Aspects, Mag. Conc. Res.
- Langford, P., and Broomfield, J.P., Monitoring the Corrosion of Reinforcing Steel, Construction Repair.
- Spellman, D.L., and Stratfull, R.F., Concrete Variables and Corrosion Testing, Highway Research Record.
- Stern, M., and Geary, A.L., Electrochemical Polarization I. A Theoretical Analysis of the Shape of Polarization Curves, Journal of Electrochemical Society.
- Tafel, A., Phys. Chem.

- Rodriguez, P., Ramirez, E., and Gonzalez, J.A., Methods for Studying Corrosion in Reinforced Concrete, Mag. Concr. Res..
- Matsuoka, K., Kihira, H., Ito, S., and Murata, T., Corrosion Monitoring for Reinforcing Bars in Concrete, Corrosion Rates of Steel in Concrete, ASTM STP 1065, (N. S. Berke, V. Chaker, and D. Whiting, eds.).
- Wheat, H. G., Corrosion Rate Determination on Repaired Reinforced Concrete Specimen, Corrosion Rates of Steel in Concrete, ASTM STP 1065, (N. S. Berke, V. Chaker, and D. Whiting, eds.), ASTM.
- Andrade, C., Merino, P., Novoa, X. R., Perez, M. C., and Soler, L., Passivation of Reinforcing Steel in Concrete, Materials Science Forum.

Como sofrem os metais na construção.

Próxima Edição

RECUPERAR