

O FIM DAS TELAS DE AÇO.

CONHEÇA TODAS AS VANTAGENS DAS TELAS FEITAS COM FIBRAS POLIMÉRICAS ULTRA RESISTENTES QUE ESTÃO SUBSTITUINDO AS DE AÇO EM PISOS DE AMBIENTES CORROSIVOS.

fibras poliméricas
revolução
em forma
e função.

ANÁLISE

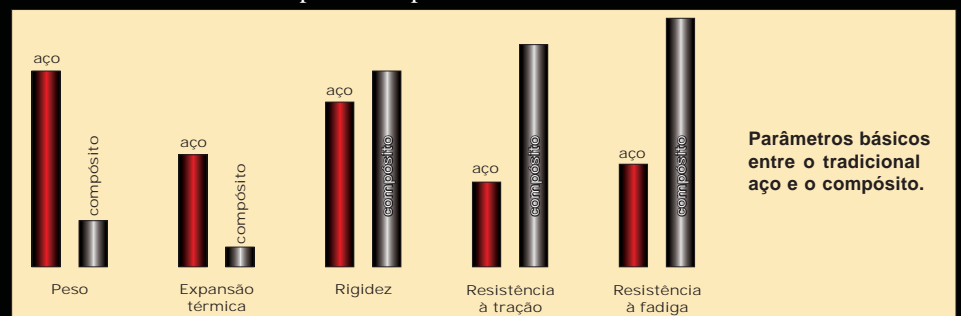


Carlos Carvalho Rocha

Concreto é um velho pseudo-sólido que combina expressão, estrutura, qualidades comportamentais e, claro, a façanha de criar peças estruturais sob medida. Qualquer forma ou superfície verticalmente imaginável pode ser moldada com concreto armado e protendido. Restrições? Sim, claro que há. O aço, seu hóspede, é um material reativo, susceptível às variações do ambiente que, no final das contas, se estabelece como fator condicionante. Ou seja, sua corrosão é o início do fim de toda aquela criação.

Por outro lado, vemos que o crescimento tecnológico no campo dos reforços estru-

turais está intimamente ligado ao campo dos compósitos sintéticos. Material compósito, como alguns poderiam questionar, não é novidade. A natureza que o diga. A casca do coco e a madeira são típicos compósi-



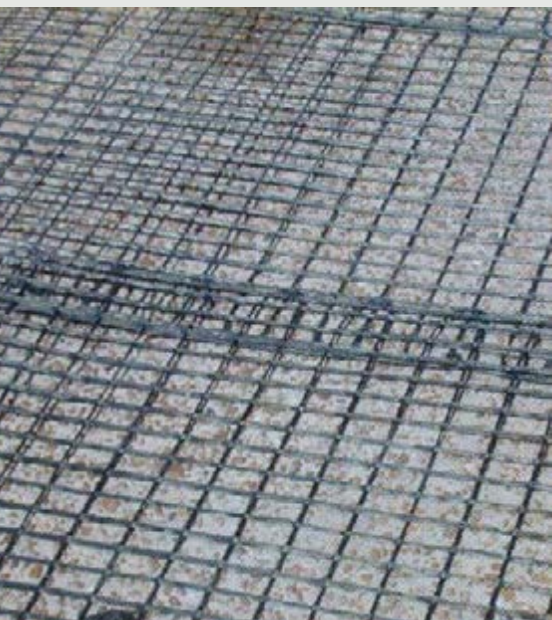
TELAS COM FIBRAS ULTRA RESISTENTES?

TELA RG

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

TELA RG

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



Detalhe da nova tela posicionada sobre uma laje a ser reforçada.

tos de fibra de celulose em matriz de lignina. Nossos ossos, na verdade, são fibras curtas de colágeno imersas em uma matriz denominada apatita.

Em 1995 esta revista apresentou, pela primeira vez no Brasil, a manta de fibra de carbono como elemento para o reforço de estruturas. A seguir, em 1996, a fibra de Kevlar®. Em 1999, as mutações naturais da fibra de carbono na forma de fita e barra.



Posicionamento da nova tela sobre a laje deste pier, antes da concretagem, objetivando reforço sem possibilidade de corrosão.

As telas de fios ultra-resistentes

Tela, tradicionalmente na construção, é trançado de arame, fino ou grosso, empregado em lajes, pisos industriais, estruturas pré-moldadas e na construção de tubos e galerias.

No repairbusiness, este fascinante e competitivo mercado, a procura por materiais de reforço resistentes, leves, de baixo custo e, claro, não metálicos, é uma constante.

GLOSSÁRIO

Compósito – combinação de dois ou mais materiais, sem chance de se misturarem e que trabalham em conjunto. Sua composição baseia-se em fibra e matriz envolvente.

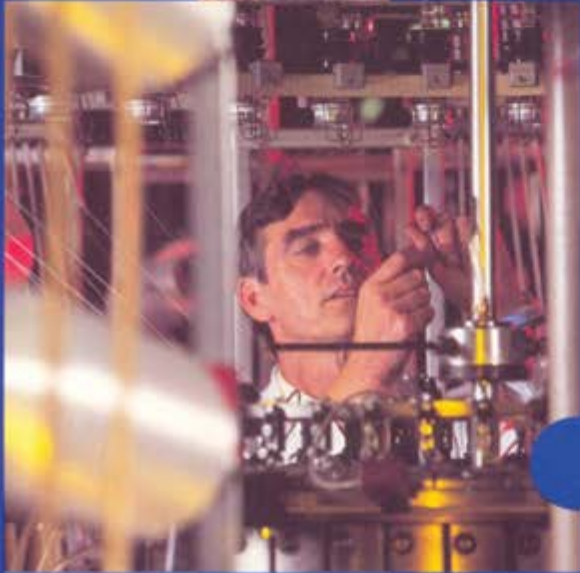
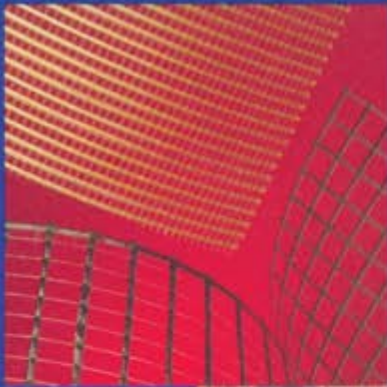
O ponto de partida foi com o tecido compósito. A última novidade são as telas de compósito à base de fibras ultra-resistentes.

CURA SEM PROBLEMAS



Todo concreto retrai, principalmente em dias quentes. A umidificação do local da concretagem com o **UMIDIFICADOR HRSM** é tudo que seu concreto queria. O **HRSM** promove uma insubstituível umidificação do local, em qualquer situação, com seu poderoso propulsor de 85cm de diâmetro, pois sua unidade móvel vai a qualquer local, bastando uma simples mangueira de jardim para abastecê-lo durante 24 horas por dia durante semanas. Seu poder umidificante é de 120 litros por hora. Seus problemas com a cura do concreto e aquelas trincas e fissuras acabaram. Use o **UMIDIFICADOR HRSM**.

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



Principais características das telas com fibras ultra resistentes

- Não corrói. Obrigatória em ambientes corrosivos.
- Elimina ou minimiza a surgência de trincas e seu espalhamento.
- Aumenta enormemente a dutibilidade do concreto.
- É oito a dez vezes mais resistente à tração que a similar em aço.
- Excelente aderência e conseqüentes propriedades de reforço em peças de concreto de pouca espessura.
- Utiliza diminuta camada de recobrimento.
- Não conduz eletricidade e não é magnética.
- É facilmente cortada na obra.
- Otimiza as propriedades de tração de pisos, lajes e peças estruturais.
- Absorve deformações sem escoar.
- Controlam, de forma inigualável, os efeitos da retração no concreto.
- É fabricada com diversas aberturas em sua malha.

Aplicações

- Estruturas marítimas.
- Aplicações obrigatórias em ambientes com eletromagnetismo.
- Recuperação e reforço do concreto armado.
- Overlays ou sobrelajes.
- Peças pré-fabricadas, painéis etc.

Propriedades físicas

- Abertura da malha variável
- Espessura média 2mm
- Resistência ao cisalhamento na transição 32kg
- Tipo de resina epóxica
- Peso (médio) 35g/m²
- Resistência à tração (média) 5kg/m x 5kg/m

Fibras empregadas

Poliéster, carbono, vidro estrutural e Kevlar®



Alta resistência química



Alta performance mecânica



Compatibilidade com novos materiais



Excelente adesão com o concreto



Alta resistência térmica



Propriedades não magnética e 100% isolantes (dielétrica)



Estabilidade química e física



Alta resistência aos raios UV



Qualidade auto-extinguível



Baixo impacto ambiental



Simples instalação



dispensa manutenção



Disponível em várias cores





As telas com fios poliméricos evitam uma série de inconvenientes pertinentes às telas de aço.



As novas telas são ideais para pisos submetidos a ataque químico.

As telas com fibras já são largamente utilizadas em locais com grande propensão à corrosão.



As TELAS com fios ultra-resistentes são quimicamente aderidas, feitas com três tipos de material compósito, todos em matriz epóxica: carbono, vidro resistente a álcalis e Kevlar®. As duas principais vantagens

FITA DE FIBRA DE CARBONO

STATE OF ART IN STRUCTURAL STRENGTHENING



Abre-se o sulco...

...aplica-se o epóxi...

...instala-se a fita e...

...o preenchimento final com epóxi.

Fita de Fibra de Carbono MFC com Reforço por Sulco na Superfície (RSS). Rapidez, Eficiência e Economia. Fique por dentro!

Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250 • fax (0XX21) 3154-3259
Fax consulta nº 04



As telas com fios ultra resistentes...

destas telas em relação às de aço convencionais, está na resistência mecânica bem superior e na aplicabilidade da camada de recobrimento de concreto, que deixa de ser importante ou obrigatória. Ou seja, são co-



...são extremamente leves e sua aplicabilidade é infinita.

locadas imediatamente abaixo da superfície do concreto, exigindo não mais que 10mm de recobrimento, garantindo suficiente defesa contra o natural estado de fissuração (retração) do concreto, além do que

QUANDO ELETRICIDADE É PROBLEMA... USE **BOMBA MANUAL GROUT**



Características

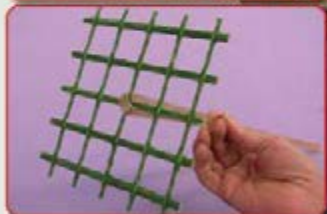
- Leve (21kg) e pequena.
- Caçamba em PU para 20litros.
- Manômetro.
- Saída para mangueira de 1".
- Pressão de trabalho superior a 7kg/cm².
- Injeta PU, caldas de cimento e grouts finos.
- Produção de 400litros/hora!

Ideal para

- Injetar sob pisos.
- Trincas e fissuras.
- Cabos de protensão.
- Ancoragens em solo/rocha.
- Juntas "T".
- Mineração.
- Juntas em túneis premoldados.
- E muito mais.

MANUAL GROUT

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



O corte da tela é feito com qualquer lixadeira com disco de corte ou serra tipo Makita.



Sua fixação pode ser feita com pinos ou fita, do mesmo material, chumbados previamente com epóxi.

confere enorme resistência à tração na peça estrutural. Obtêm-se valores da ordem de 11,7KN/m na direção longitudinal e 110KN/m na direção transversal.



fax consulta nº 06



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é Engenheiro Civil, especialista em serviços de recuperação.
- Curbach, M. (Hrsg.): Sondforschungsbereich 528 - Arbeits- und Ergebnisbericht für die Periode II/1999-1/2002. SFB 528, Technische Unibersität Dresden, D-01062 Dresden: Eigenverlag.
- Hegger, J. (Hrsg.): SFB 532: Arbeits- und Ergebnisbericht 2002. SFP 532, RWTH Aachen, D-52056 Aachen: Eigenverlag.
- Hegger, J. (Hrsg.): 1. Fachkolloquium Textilbeton. RWTH Aachen.
- Curbach, M. (Hrsg.): Textile reinforced structures: Proceedings of the 2nd Colloquium on

Textile Reinforced Structures (CTRS2). SFB, TU Dresden.

- Curbach, M.; Offermann, P.; Weiland, S.: Entwurfsüberlegungen zu einer Brücke aus textiltbewehrtem Beton - eine "Brücke" zwischen den Disziplinen. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 52, Heft 1-2, Selbstverlag der Technischen Universität Dresden.
- Butler, M.: Textilbewehrter Beton au und unter Wasser - Bauingenieurstudenten wiederum erfolgreich bei der Deustchen Betonkannuregatta. In: Jahresmitteilungen, Schriftenreihe des Instituts für Tragwerke und Baustoffe der TU Dresden, Heft 18.

SINAIS, GRITARIA E PERDA DE TEMPO É COISA DO PASSADO



Com o **DDW** você não precisa mais ficar perdendo tempo com mensageiros, sinais manuais ou gritarias. O **DDW** conecta mais de 4 pessoas, ao mesmo tempo, com fala simultânea e nada de botões para apertar. Encomende hoje mesmo o seu **DDW**. É simples e barato.

COMUNICADOR DDW

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

CUIDADO. *O concreto está sendo comido.*

CONHEÇA O FENÔMENO DA BIODETERIORAÇÃO, CADA VEZ MAIS FREQUENTE, AMEAÇA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO-PROTENDIDO.

ANÁLISE



Michelle
Batista

Muito pouco se sabe sobre os fatores que levam à biodesintegração deste fenomenal compósito chamado concreto. Esta matéria de interesse geral, pelo que, efetivamente, pode acontecer ao concreto, evidencia um método extremamente interessante e viável de acompanhar e entender a bio-alteração do concreto, através da decomposição de sua matriz cimentícia. Estudos realizados com o emprego da microscopia eletrônica de varredura (MEV) e da espectroscopia dos rai-

os-X com energia dispersiva (ERED), em amostras de argamassas e concretos imersos, durante três anos, em solução aquosa extraída da água freática, categorizada como não corrosiva, pelo menos no local coletado do subsolo de uma edificação, no centro da cidade do Rio de Janeiro, revelou a presença indesejável de depósitos de microorganismos. Análises posteriores, feitas com o emprego da microscopia eletrônica com transmissão (MET), revelaram também importantes informações a respeito da na-

tural bioreceptividade do concreto, através da análise daqueles depósitos em seções ultrafinas das amostras.

A necessidade deste estudo

Desde o início da indústria do cimento portland em 1850, muitos estudos foram realizados de modo a melhorar a resistência do concreto frente a uma infinidade de diferentes ambientes. A revista RECUPERAR tem apresentado inúmeras matérias eviden-

Continua na pág. 16

RECUPERAR • Janeiro / Fevereiro 2007

Novo VEGA SB

Excelência em MEV

O novíssimo microscópio eletrônico de varredura VEGA SB pertence à nova geração de catodos aquecidos a tungstênio. Seu revolucionário design Wide Field Optics™ oferece imagens de altíssima resolução, potencializadas com nossos modos Fisheye, Depth, Field e Rocking beam. O novo VEGA SB é oferecido em duas versões: com pressão variável e alta aspiração, podendo operar opcionalmente acima de 2000 Pa.

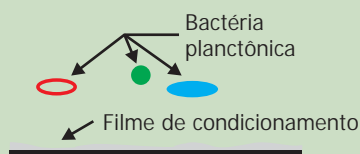
VEGA SB Analytical MEV

Suas 11 câmaras, com geometria revolucionária, permitem anexar uma série de detectores e analisadores. Detectores TESCAN, ordenados de forma excelente, desenvolvidos com base na tecnologia de cristais artificiais oferecem soluções rápidas e eficientes para todos os usuários.

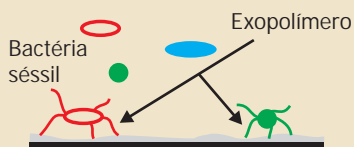


Tele-atendimento
(0XX21) 3154-3250
fax (0XX21) 3154-3259
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 09

Como se forma o biofilme



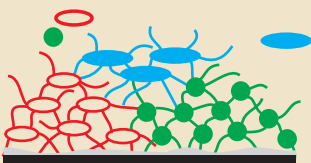
Estágio 1: Filme de acondicionamento acumula-se sobre a superfície submersa.



Estágio 2: Colônia de bactérias planctônicas na água (solução) existente sobre a superfície, desencadeando a existência sésseis excretando exopolímero que ancora a célula na superfície.



Estágio 3: Diferentes espécies de bactérias sésseis dobram para trás na superfície do metal.



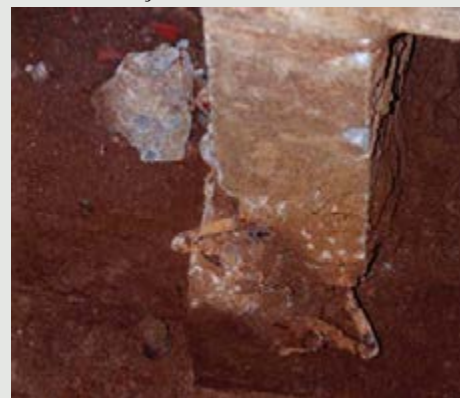
Estágio 4: Microcolônias de diferentes espécies continuam a crescer estabelecendo, eventualmente, relações entre si. O biofilme aumenta sua espessura. Mudam as condições na base do biofilme.

ciando a biodegradação do concreto submetido a ambientes extremamente agressivos como os encontrados em estações de tratamento de efluentes e águas.

A durabilidade do concreto, em contato com meios cada vez mais agressivos, torna-se comprometida de forma indiscutível. O comprometimento de seu sistema imunológico altera suas propriedades e induz sintomas típicos de biodecomposição e a conseqüente degradação de armaduras existentes em seu interior.

Bio-alteração é um processo de envelhecimento precoce do concreto, promovido por microorganismos que, obrigatoriamente, criam uma camada denominada biofilme, em sua superfície. Muito embora biofilmes não induzam, de forma sistemática, processos de bio-alteração, a verdade é que toda e qualquer bio-alteração é causada por biofilmes. Ao contrário do que possa parecer, processos de bio-alteração por microorganismos patogênicos, que freqüentemente vemos em estruturas de concreto armado, afetam sua

durabilidade, causando mudanças tóxicas, permeáveis e absolutamente palatáveis, através de sua superfície, podendo causar, pela continuidade do processo, alterações irreversíveis em suas propriedades petrográficas. Situações comuns como as que ocorrem na região superior de pilares de viadutos, na cidade do Rio de Janeiro, submetidos a vazamentos corriqueiros nas juntas de dilatação dos tabuleiros, são casos típicos de biodeterioração.



Presença de biofilmes em "pescoço" de pilar com patologias de esmagamento e corrosão.

GLOSSÁRIO

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

Aeróbico – é aquele que se realiza aumentando o ingresso de oxigênio no organismo.

Anaeróbico – ambiente sem oxigênio livre. Bactérias anaeróbicas são encontradas em tanques sépticos e são benéficas para digerir a matéria orgânica.

Os métodos e os materiais empregados

Moldaram-se amostras de pastas e argamassas de cimento portland, típicas de concreto estrutural. As amostras foram conservadas de acordo com a norma francesa EM 196-1. Estas amostras, formatadas em cubos de 1cm de lado, foram imersas durante três anos em solução aquosa extraída da água freática do subsolo de uma edificação

Detectores de furos?

Barreira tem que ser barreira. Não podem existir furos, poros, fissuras ou discontinuidades em revestimentos anti-corrosivos de epóxi, mantas de PVC, PEAD ou qualquer pintura, sobre qualquer base, seja metálica, concreto ou terra.

Vendemos e alugamos detectores de furos portáteis e fixos, além de acessórios capazes de identificá-los de forma usual ou sonora. Se seu revestimento apresenta furos, trincas ou porosidades é muito necessária a correção, evitando aborrecimentos ou corrosão futura.

Possuímos laboratório para manutenção de detectores de furos de qualquer marca ou modelo. Emitimos certificados de calibração.



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



Viaduto carioca com presença de biofilme ao longo da região superior do pilar.

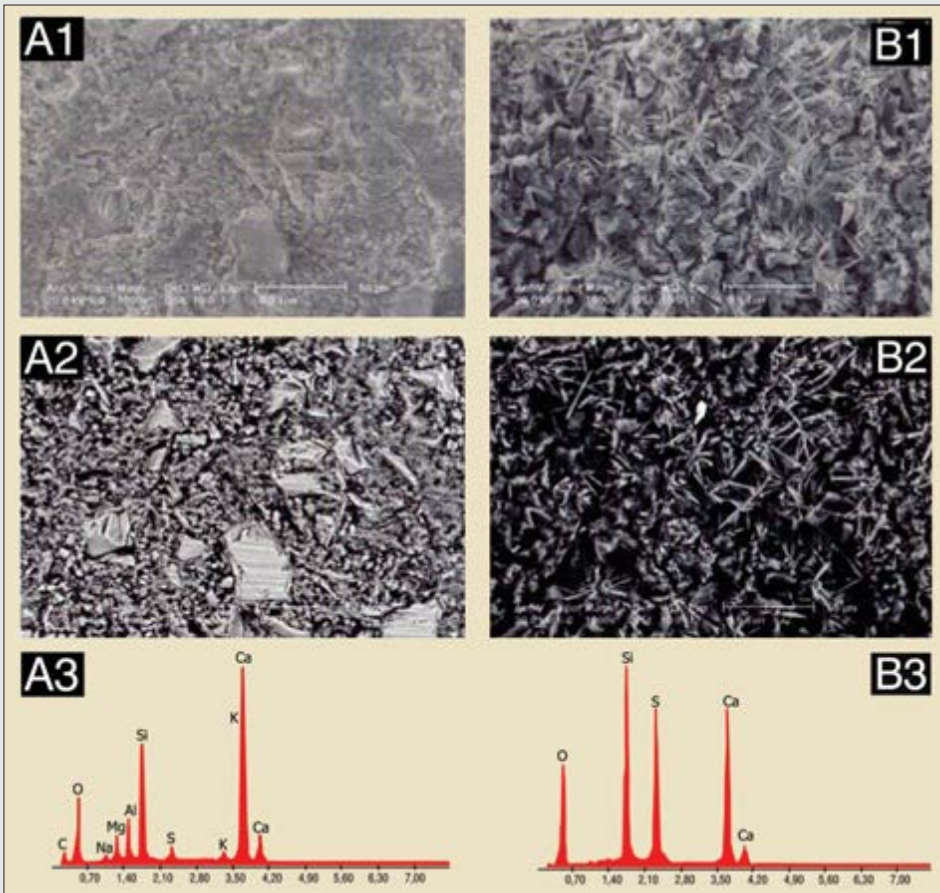


Figura 3 - Imagens eletrônicas secundárias (A1, B1) e retrodispersa (A2, B2) de amostras de pasta de cimento com o correspondente espectro do raio X (A3, B3) antes (A) e depois (B) do ataque pelo ácido sulfúrico.

situada no centro do Rio de Janeiro. Algumas amostras foram imersas, pelo período de uma hora, em solução de ácido sulfúrico na concentração 1 mol l^{-1} .

As amostras analisadas com o MET foram revestidas com epóxi de ultraabaixa viscosidade, de modo a penetrar profundamente na matriz cimentícia, a fim de conservá-la. A seguir, as amostras foram lixadas e polidas com o objetivo de se ter seções extremamente finas, ou seja, em torno de $0,1 \text{ mm}$. Revestiram-se novamente as amostras com epóxi com ultraabaixa viscosidade, cortando-se posteriormente em diminutas barras quadradas com $4 \times 4 \text{ mm}^2$.

As análises

As figuras A1, B1 e A2, B2 a seguir apresentadas são imagens com MEV e as figuras A3, B3 são imagens com ERED das amostras de pastas de cimento antes e após o ataque com ácido sulfúrico. As agulhas, evidenciadas nas fotos, mostram a morfologia típica da etringita, confirmada pela presença do enxofre na figura B3. Nota-se, aí, como é importante uma análise com o MEV, quando o assunto é destruição química do concreto, identificando-se as mais que conhecidas fases cristalinas resultantes do ataque ácido.

GLOSSÁRIO

Colônia – grupo de organismos da mesma espécie que formam uma entidade diferente dos organismos individuais. Por vezes, alguns destes indivíduos especializam-se em determinadas funções necessárias à colônia.

Corrosão – reação eletroquímica entre as pilhas naturais existentes no aço, devido ao seu ambiente, no caso o concreto, o qual é responsável por sua desintegração.

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

Mol – massa numericamente igual ao peso molecular. Solução molal contém 1 mol de uma substância dissolvido em 1000g de solvente.

Peso molecular – soma dos pesos atômicos de todos os átomos na molécula.



Grupo Falcão Bauer

- 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.

Laboratório Credenciado pelo INMETRO

Tel.: 11 3611-0833

www.falcaobauer.com.br

bauer@falcaobauer.com.br



Figura 4 - Microfotografia de um fluido escuro tomado de um pite existente sobre aço carbono (1000x). Note as células em forma de espiras típicas da BRS.

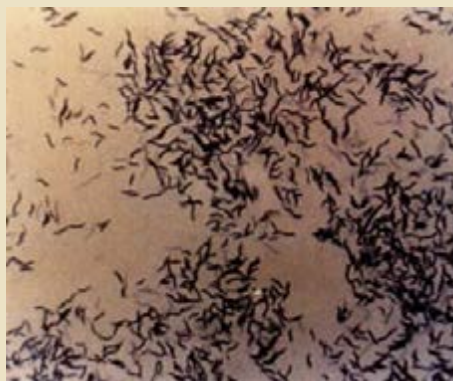


Figura 5 - Microfotografia da BRS, aumentada 1000X, extraída de um biofilme. Note a forma de lâminas curvas e espiralada das células, além da variação do tamanho.

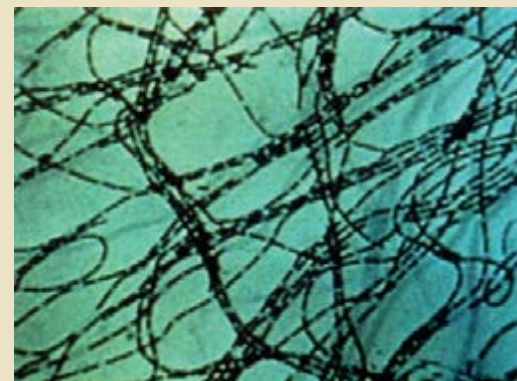


Figura 6 - Microfotografia (1000X) de bactérias oxidantes do ferro, na forma de filamentos. Colonização na forma de fios, facilitando o acesso de nutrientes, gerando pilhas de corrosão.

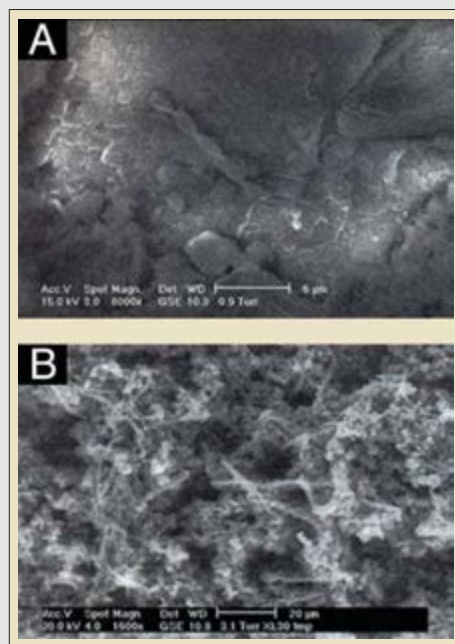


Figura 7 - (A) Biofilme sobre argamassa normatizada após 3 anos de imersão em água do lençol freático. (B) Biofilme sobre aço após 3 anos de imersão em água do lençol freático.

As observações feitas com o MEV, nas amostras imersas durante o período de 3 anos, em água de subsolo ausente de substâncias corrosivas, mostrou depósitos aleatoriamente depositados na superfície do material. A morfologia de alguns depósitos (veja figura

7A) mostrou-se similar a de certos microorganismos. A análise paralela destes depósitos, feita com o ERED, evidenciou a presença abundante de ferro. Nesta altura do campeonato, questionava-se: poder-se-á desenvolver corrosão apenas nos ambientes reconhecidamente corrosivos? Bactérias, algas e fungos, componentes obrigatórios de todo biofilme, estão cada vez mais presentes em nossa água freática, devido ao aumento crescente do lançamento de esgotos em nossos rios e na própria Baía da Guanabara (17m³ de esgoto por segundo) e à nossa escassez de redes de saneamento básico. Estudos sobre a biodesintegração do concreto geralmente são feitos em ambientes reconhecidamente agressivos, principalmente em estações que tratam a água e efluentes (veja RECUPERAR nº 24, 53, 56, 66, 69 e 71) onde, frequentemente, depara-se com bactérias que se relacionam com o enxofre (sulfatos) e com o ferro.

A figura 7B mostra um biofilme em uma amostra de aço típico da construção, após 3 anos de imersão na mesma água freática: morfologias bacterianas semelhantes.

A análise prévia da água freática evidenciou uma situação que temíamos: a presença de bactérias anaeróbicas redutoras de sulfatos (desulfovíbrio e desulfotomaculum), velhas atrizes de processos de biocorrosão. O flagrante, portanto, mal passa da ponta do iceberg, exatamente porque pesquisas comprovam que depósitos de ferro têm ação estimulante no crescimento de microorganismos do gênero desulfovíbrio. Mas, de onde poderia ter vindo o ferro dos depósitos encontrados? Da matriz cimentícia, rica em cálcio, silício, alumínio, oxigênio e hidrogênio? Dos agregados ricos em dióxido de silício? Muito pouco pro-



Figura 8 - Viaduto Com. Elias Nagib Brein, em São Paulo, evidenciando presença de biofilme ao longo da travessa e pilares.

vável. Olhos e mentes convergem então para a própria atividade metabólica das ferrobactérias que oxidam o ferro. Um outro aspecto de interesse foi a morfologia dos depósitos e a porosidade característica da matriz cimentícia. Para nos embrenharmos na investigação da penetração dos biofilmes na favela de poros, característico da matriz cimentícia do concreto, preparamos seções de amostras cortadas perpendicularmente à superfície principal investigada e procedermos à investigação com o MEV e o MET, conforme pode ser visto na figura 7, enriquecida com a análise paralela feita com uma ERED.

A análise com a ERED evidenciou ausência de biofilmes nos planos inferiores obtidos

Bactérias oxidantes (aeróbicas)	O que precisam para crescer	Problemas que causam
<ul style="list-style-type: none"> Thiobacillus concretivorus Thiobacillus thiooxidans 	Água, sulfetos ou enxofre, CO ₂ , nitrogênio, fósforo, Oxigênio	Produzem ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄). Atacam o concreto pelos depósitos de H ₂ SO ₄ . Estão associados à presença de esgoto na água.
Ferrobacillus ferrooxidans	Água, CO ₂ , oxigênio, material ferroso, nitrogênio e fósforo.	Oxida o ferro da situação ferroso (+2) para férrico (+3) cria condições anaeróbicas.
Bactérias redutoras (anaeróbicas)	O que precisam para crescer	Problemas que causam
<ul style="list-style-type: none"> Desulfovíbrio Desulfotomaculum 	Água, fonte de carbono, nitrogênio, fósforo	Produzem grandes quantidades de sulfetos. Especializadas em corrosão localizada.

condições para originar-se, no solo, corrosão induzida por microorganismos (CIM) nas estruturas

Bactéria	Contagem de bactérias por grama de solo		
	Severa	Moderada	Sem condições
Enxofre aeróbico	15	10 – 15	10
Enxofre anaeróbico	13	8 – 13	8
Ferro	6	6	3
Redutora de sulfatos	10	5 – 10	5

gênio, o hidrogênio e o carbono são pertinentes à resina, o alumínio tem a ver com o suporte das bases e, finalmente, o ouro e o silício referem-se ao detector localizado sob as bases.

E aí?

A presença de bactérias do tipo thiobacillus e, principalmente, as ferrobactérias são motivo de muita preocupação. As primeiras, literalmente, detonam o concreto ao secretarem ácido sulfúrico (H₂SO₄) na superfície e nos capilares do concreto. As ferrobactérias, uma vez em contato com as armaduras do concreto, têm aí um prato feito, ou seja, literalmente, comem-nas.

As ferro-bactérias, que oxidam o ferro, atuam produzindo também ácido sulfúrico, por via indireta, pela oxidação de substâncias com presença de enxofre, produzindo íons férricos gerados pela reação



A presença destes microorganismos produz, como resultado principal ou final de seu metabolismo, substâncias de natureza agressiva, invariavelmente ácidos orgânicos e inorgânicos.

Um outro aspecto da fuzarca fiscal das diferentes espécies de microorganismos, especialmente no que se refere a sua necessidade de oxigênio, origina condições de aeração diferencial criando condições adequadas ao desenvolvimento de espécies anaeróbicas, originando pilhas de concentração localizadas de oxigênio. É comum este tipo de corrosão ao longo da peças de concreto armado-protendido enterradas. A participação dos microorganismos não altera a natureza eletroquímica da corrosão do aço.

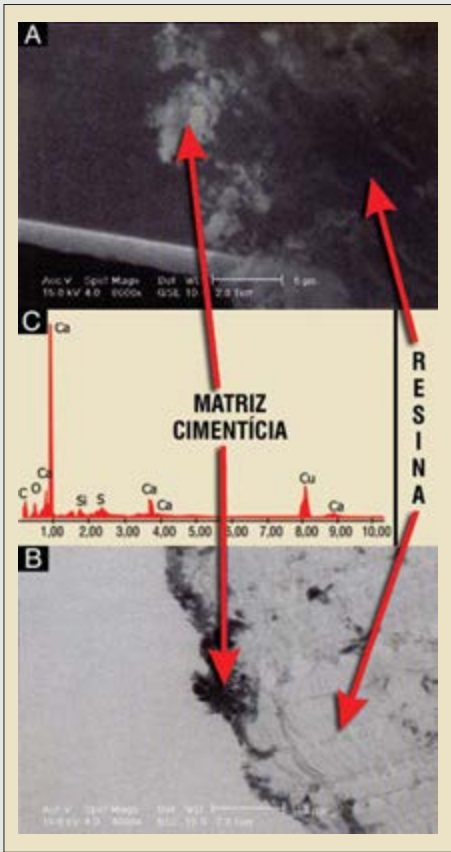


Figura 8 - (A) Imagem de uma MEV feita em amostra de argamassa. (B) Imagem de uma MET feita da mesma amostra. (C) Espectro de uma ERED feita da mesma amostra.

com os cortes. A presença de cálcio dentro das regiões analisadas nos cortes tem a ver com a presença do cimento portland. O pico de cobre refere-s às bases de cobre, o oxi-



Presença de biofilmes nas travessas do viaduto do Joá, no Rio de Janeiro, devido aos vazamentos nas juntas de dilatação.

GLOSSÁRIO

Ferrobactéria – bactérias que oxidam o ferro como fonte de energia. O ferro oxidado, na forma de Fe(OH)₃ é, então, depositado no ambiente pela secreção da bactéria. A energia obtida a partir destas reações é usada para transportar todas as etapas de fabricação de substâncias básicas necessárias às bactérias.

Pilha de aeração diferencial – pilha de corrosão causada por diferenças na concentração de oxigênio em uma solução (eletrolito).

Desulfovibrio – são bactérias redutoras de sulfato e estão envolvidas em processos como biocorrosão e metabolismo de metais.

Fungos – qualquer um dos grandes grupos de plantas paríticas com carência de clorofila, incluindo-se mofo, bolor, cogumelos e aqueles germes que causam fermentação, usados para fazer licores etc.

Metabolismo – conjunto das reações físico-químicas que ocorrem em um organismo. Nos organismos atuais tais conjuntos são bastante intrincados com milhares a milhões de reações diferentes interconetadas. As reações têm suas taxas alteradas por estímulos ambientais e também pela taxa de outras reações: pela alteração de fatores como concentração de reagentes, quantidades de catalisadores, ativadores, e inibidores de reação assim como por elementos físicos como temperatura e distribuição espacial dos reagentes.

Microorganismo – forma de vida que não pode ser visualizada sem auxílio de um microscópio. Estes seres diminutos podem ser encontrados na água, no ar, no solo, e, inclusive, no homem.

Passivação – redução da velocidade da reação anódica do aço submetido a corrosão.

fax consulta nº 11

RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.
- Butlin, K.E. Adams, M.E. e Thomas M., J. Gen. Microbiol.3.
- Starkey, R.L., Producers Monthly 22.
- Campbell, L.L., Frank, H.A. e Hall, E.R. Bacteriol. Proc. 60.
- Mechalas, B.J. e Rittemberg, S.C. J. Bract. 80.
- Bréchet, Y. Vieillessement des métaux, céramiques et matériaux granulaires. In: Echanges Physique-Industri No.7.

OS MECANISMOS DE RECUPERAÇÃO/REFORÇO VIA COLAGEM.

ALTAS TENSÕES NA INTERFACE DE COLAGEM COM ADESIVOS EXIGEM TODA ATENÇÃO.

ANÁLISE

Filomena
Martins Viriato

Patologias das Construções

Ao contrário do que técnicos e engenheiros possam pensar, são grandes as exigências para uma colagem estrutural com 100% de sucesso. Existem algumas técnicas que possibilitam tal êxito, ou seja, uma perfeita aderência entre o material de recuperação/reforço e o concreto original. O segredo para tal empreendimento é ser bem meticuloso e, na medida do possível, testar a colagem. É sempre bom lembrar que, a interface de colagem entre o novo material e o concreto

antigo, via de regra, fica submetida a um caminhão de tensões, começando pelas mudanças de volume a que se submete, periodicamente, o concreto e que interfere drasticamente com o material aderido. Neste rala-rala estão envolvidos os coeficientes de dilatação térmica de ambos os materiais, seus módulos de elasticidade, a retração natural devido à secagem do aglomerante e do material novo e, finalmente, a fluência, sempre retardada. O estado de tensões que se desenvolve na interface de

GLOSSÁRIO

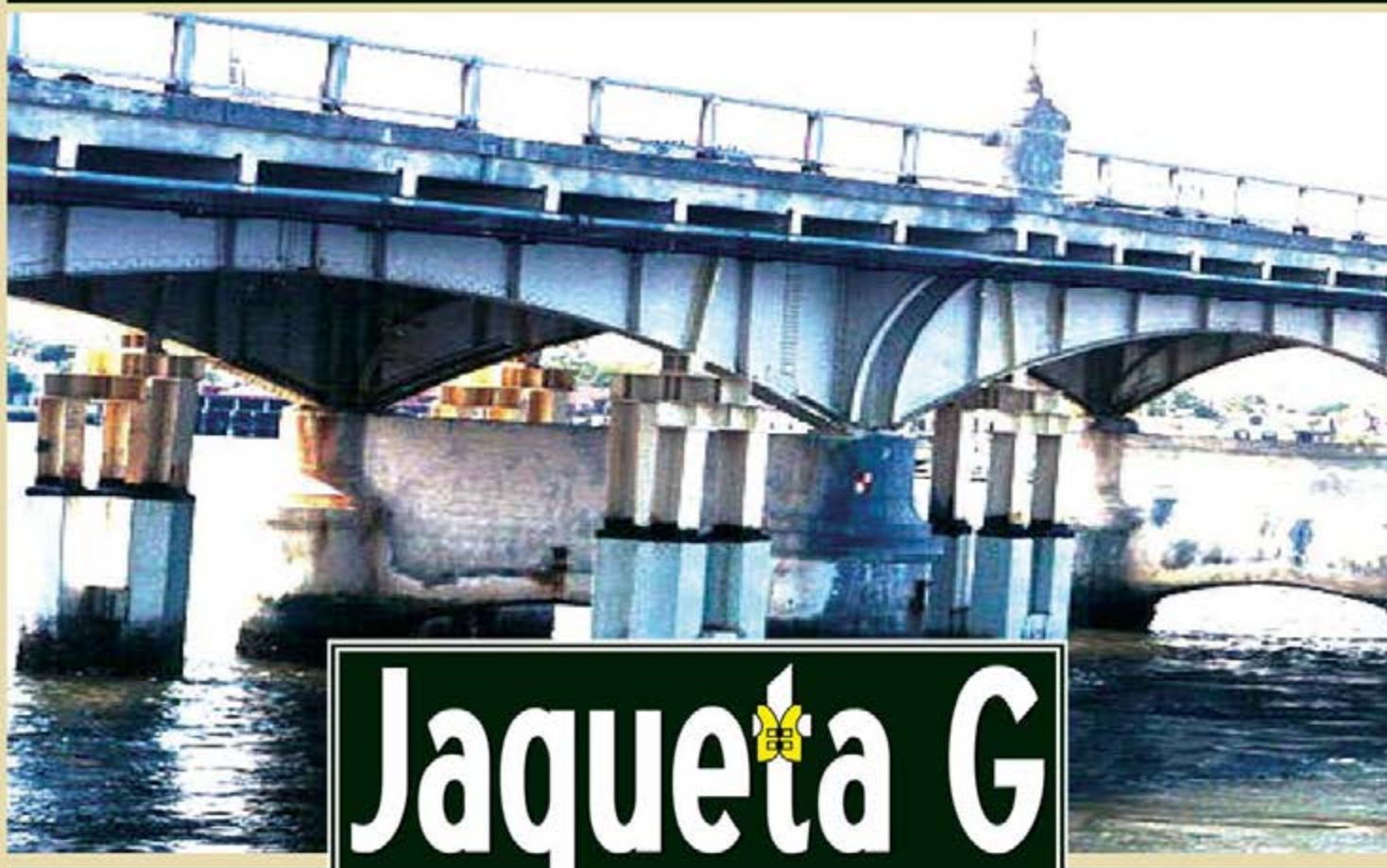
Tensões – força por unidade de área. Utiliza-se o termo especialmente para indicar os esforços a que se submetem os sólidos, reservando-se o termo pressão para as tensões isotrópicas exercidas pelos fluidos. A tensão pode ser de compressão, tração ou de cisalhamento.

Forças de Van der Waals – forças interatômicas de longo alcance que acabam ligando átomos e moléculas, devido a influência dos movimentos dos seus elétrons de valência.

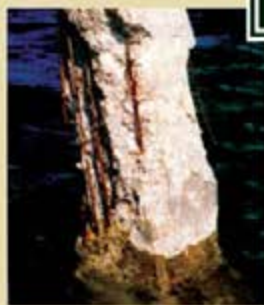
Elétrons de valência de um átomo – são os elétrons ganhos, perdidos ou compartilhados em uma reação química.

Fluência – aumento da deformação no concreto com o correr do tempo, quando submetido a carga constante. Deformação lenta, dependente do tempo que ocorre sob tensão.

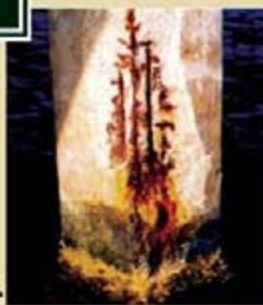
CORROSÃO EM ESTACAS DE CONCRETO ARMADO-PROTENDIDO?



Jaqueta G



PROTEÇÃO CATÓDICA
na medida certa para estacas de
concreto armado protendido em
zonas críticas de variação de marés.

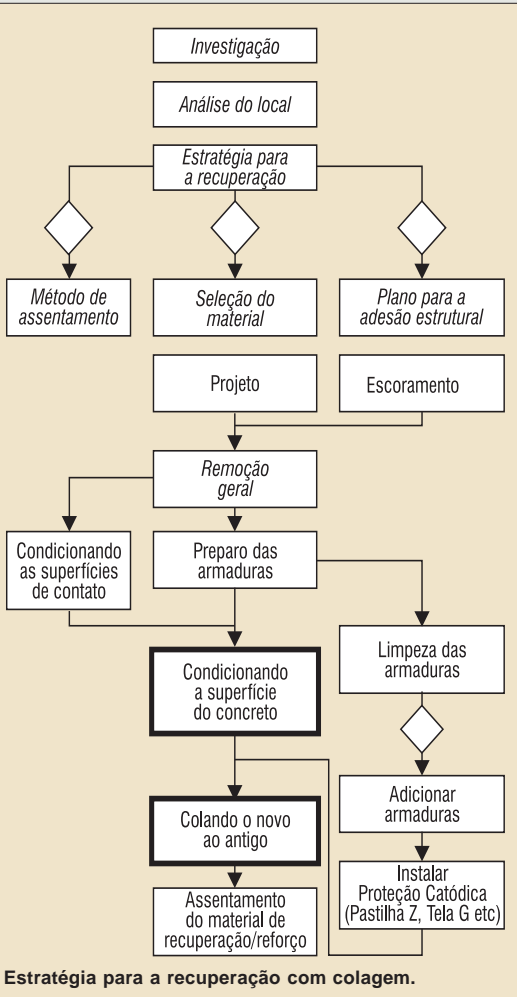
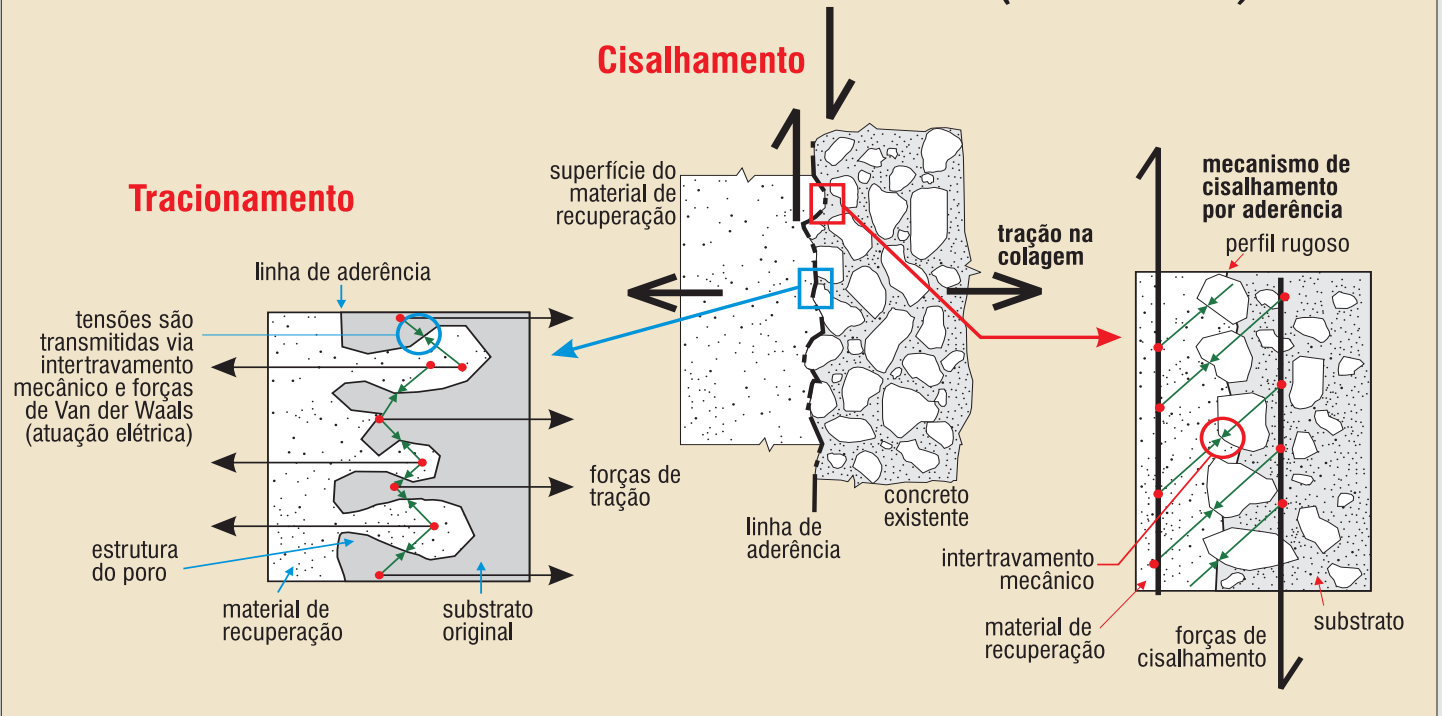


Há mais de 10 anos a **JAQUETA G** substitui os antigos tratamentos à base de massinhas e revestimentos que só mascaram a eletroquímica da corrosão. **JAQUETA G** é o mais moderno e eficiente sistema de **Proteção Catódica**, na medida certa para a zona crítica de variação da maré e abaixo, com planos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

Jaqueta G

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

O mecanismo resistente na colagem (aderência)



colagem varia consideravelmente, de acordo com o tipo e o uso da peça estrutural. Por exemplo, uma camada de concreto projetado, aplicada no interior de um tanque, poderá estar submetida a tensões de cisalhamento juntamente com tensões de tração e compressão, produzidas pelo fenômeno da retração ou por efeitos térmicos, além, claro, de tensões de compressão e cisalhamento devido à carga do líquido. Um reforço com fibra de carbono, na região inferior de uma laje, poderá estar experimen-

tando tensões de tração e cisalhamento devido às cargas aplicadas. Recuperação e reforço feitos com grauteamento ou concreto projetado sobre superfícies de concreto escarificadas ou cortadas a ponteiro ficam submetidas a tensões de cisalhamento na interface de colagem. A resistência a estas tensões são o somatório do próprio mecanismo de aderência, aliado ao dispositivo de intertravamento entre agregados, o qual aumenta substancialmente a capacidade aderente cisalhante. Na bula da boa

Apicoamento rápido e barato!



APICOADOR TY

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

técnica da colagem estrutural também está escrito que a resistência inicial da colagem não é tão ou mais importante do que sua própria durabilidade.

Procedimentos para uma excelente aderência

Superfícies de concreto, bases para toda e qualquer recuperação/reforço precisam chegar a perfis típicos, dependendo da adesão a ser feita:

Recuperação/reforço tradicional

Uma recuperação/reforço com graut ou concreto (projetado) precisa ter um perfil

de base suficientemente rugoso, de modo a acontecer aquele intertravamento mecânico que já comentamos. Este perfil nada mais é do que a distância entre os pontos altos e baixos, considerando-se uma distância especificada. Dependerá das seguintes ocorrências:

- Intensidade das forças cisalhantes;
- Propriedades do graut/concreto novo;
- Técnica de aplicação;
- Qualquer combinação entre elas.



Como já se pode imaginar, testes tornam-se mais do que necessários para se encontrar

Ferramentas e seus perfis típicos

Ferramenta	Perfil
Marreta e ponteiro	+13mm
Hidrojateamento com areia	+5mm
Fresa manual	+2mm
Martelete leve	de 10 a 30mm

GLOSSÁRIO

Coefficiente de dilatação térmica – é o alongamento correspondente a um aumento unitário da temperatura. O coeficiente de dilatação térmica do concreto α é da ordem de 10–5, ou seja, de 10 microns por metro e grau de temperatura. A retração térmica (R) do concreto é uma temperatura θ , é dada pela fórmula $R = \alpha (\theta, -\theta)$ onde t é a temperatura inicial do concreto.

Polímeros – materiais com altíssimo peso molecular, formados a partir de pequenas moléculas submetidas a ligações covalentes que permitem a ligação entre elas. Polímeros podem ser feitos com apenas um tipo ou com diversos tipos de moléculas. As propriedades dos polímeros, sejam borrachas, plásticos, fibras ou adesivos são baseadas em seu alto peso molecular, grande tamanho de moléculas e a ligação entre estas cadeias individuais em uma forma volumosa. Cadeia ou rede de unidades repetidas combinadas quimicamente, formadas a partir de monômeros pela polimerização.

Módulo de elasticidade – se em uma peça de concreto de dimensões fixas, com comprimento igual a unidade e de seção igual a unidade aplicarmos uma tensão de tração muito pequena T, haverá um alongamento em seu comprimento de C. Tão logo se suprima a tensão, o comprimento volta ao valor inicial. A relação T/C é, por definição, o módulo de elasticidade. É o coeficiente angular da reta que constitui o diagrama tensão-deformação.

o perfil ideal. A seguir apresentaremos as etapas básicas necessárias a uma boa aderência.



EPÓXI 28 Novolac

A MAIS AVANÇADA BARREIRA CONTRA A AÇÃO QUÍMICA



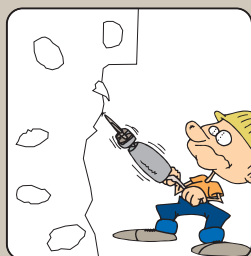
Proteja a superfície do concreto contra a ação de ácidos (concentração elevada) e substâncias fortemente alcalinas com EPÓXI 28. Moderníssimo sistema epóxico novolac, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem suportar.

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

EPÓXI 28. INIGUALÁVEL.

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

As etapas



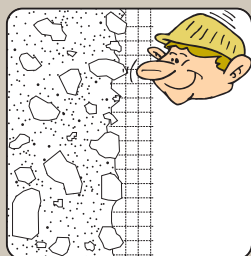
1ª Etapa

A superfície do concreto deverá estar firme e limpa, isenta de qualquer substância que possa inibir a aderência. Uma superfície ideal é aquela onde se vê agregados graúdos firmemente aderidos à matriz cimentícia.



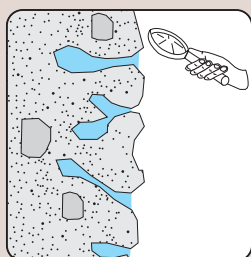
2ª Etapa

Após o corte inicial dever-se-á checar a superfície para a existência de vazios e deslocamentos.



3ª Etapa

Após a preparação mecânica, checar-se-á o perfil.



4ª Etapa

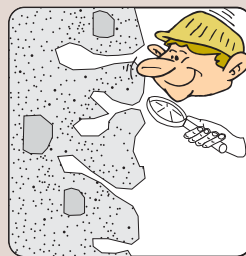
A superfície preparada deverá ter poros abertos, de modo que haja a obrigatória absorção do material de recuperação/reforço. Se os poros estiverem entupidos com poeira, calda de cimento ou água, o processo de absorção estará comprometido e, conseqüentemente, reduzida a aderência.

5ª Etapa

Para proceder à limpeza dos poros faça o seguinte:

- Hidrojateamento.
- Hidrojateamento com areia.
- Hidrojateamento seguido de limpeza com ar comprimido.

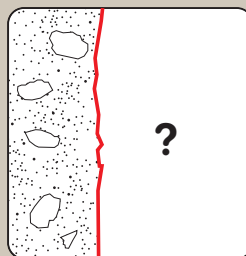
Uma estrutura de poros aberta promoverá sucção capilar do material de recuperação/reforço ou do agente de colagem. Cheque a superfície final.



6ª Etapa

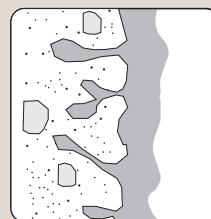
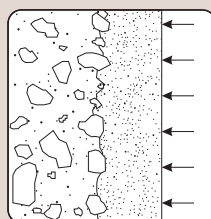
O nível de umidade da superfície do concreto é fator crítico para se obter a aderência. Superfícies excessivamente secas absorvem muita água e material de recuperação/reforço, resultando em retração excessiva. Por outro lado, excesso de umidade entope os poros e impede a absorção do material. O correto é fazer uma argamassa fluida, com o próprio material, saturando a superfície, imediatamente antes.

Como opção, poder-se-á utilizar agentes de colagem polimerizados (e não poliméricos). Importante: precisam ser compatíveis tanto com o concreto quanto com o novo material. Lembrem-se do rala-rala que falamos no início?



7ª Etapa

O material de recuperação/reforço deverá ter suficiente quantidade de pasta, de modo a interagir com a mesma ou com o agente de colagem previamente aplicado.

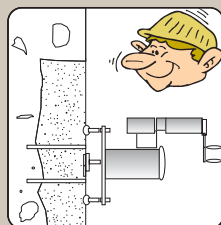


8ª Etapa

A interface onde ocorre a aderência é um local de contato muito íntimo, onde deverá haver uma afeição muito forte entre o novo e o antigo. Esta desejada intimidade, claro, poderá ser mais intensa com alguns

mecanismos:

- O uso de vibradores adequados é bem vindo, pois produz fluxo entre os fluidos, pressão hidráulica e expelle bolsões de ar entranhados.
- O uso de projeção mecânica. O novo material é lançado com alta velocidade de encontro ao concreto.
- Projeção manual utilizando a força do braço (baixa velocidade) ou utilizando a técnica do dry-pack.



9ª Etapa

Como dissemos no início, é preciso ser metuculoso para assegurar que todas as etapas sejam seguidas e, se possível, fazer um ou mais testes de arrancamento, de modo a monitorar a resistência de tração aderente. Para fazê-lo, é necessário extrair parcialmente o material de recuperação/reforço aplicado. A resistência da aderência deverá ser tal que a estrutura recuperada/reforçada deverá trabalhar como um todo e monoliticamente sob as cargas aplicadas. A ruptura deverá ocorrer no lado do concreto original.

fax consulta nº 15



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Fundamentos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Filomena Martins Viriato é engenheira civil, especialista em serviços de recuperação.
- Ohama, Y., Comparison of properties with various polymer-modified mortars, in Synthetic Resins in Building Construction 1, Eyrolles, Paris.
- Ohama, Y., Adhesion durability of polymer-modified mortars through ten-year outdoor exposure, in Polymers in Concrete, Proc. 3rd

- Int. Congr. Polymers in Concrete, Vol. 1, College of Engineering, Nihon University, Koriyama, Japan.
- Kobayashi, K. and Ito, T., Several Physical Properties of Resin Concrete, in Polymers in Concrete, Proc. 1st int. Congr. Polymer Concretes, Construction Press, Lancaster, UK.
- Brocard, J. and Cirodde, R., Propriétés fondamentales des betons de resine, RILEM Bull., 37.
- Ohama, Y., IV-1, Improvement of the Quality of Concrete, 60. Resistance of Resin Concretes to Rapid Freezing and Thawing in Water.

Carbonatação nas edificações

O IPACON SAI EM CAMPO PARA VERIFICAR ESTE FENÔMENO CADA VEZ MAIS FREQUENTE E SURPREENDENTE.

ANÁLISE

Joaquim Rodrigues

Presença de regiões deslocadas e corrosão nas marquises.

Áreas urbanas da cidade do Rio de Janeiro afastadas do mar, enquadram-se, no verão, num contexto de clima quente, chuvoso e úmido, com umidade relativa alta, semelhante a maioria das cidades do país. O concreto destas áreas, afastadas cerca de 30km do mar, predominantemente, sofrem de problemas de corrosão associados a carbonatação e não a contaminação por sais da maresia. Em

consequência do crescimento demográfico acelerado, edificações caracterizadas por ter de um a três pavimentos, foram construídas há cerca de 30 anos seguindo práticas tradicionais, moldando-se concreto em betoneiras pequenas e tipicamente com 18 a 20MPa.

A durabilidade do concreto, esse cuidado prévio de fazê-lo com qualidade, de modo a conservá-lo, naquela época (e até agora),

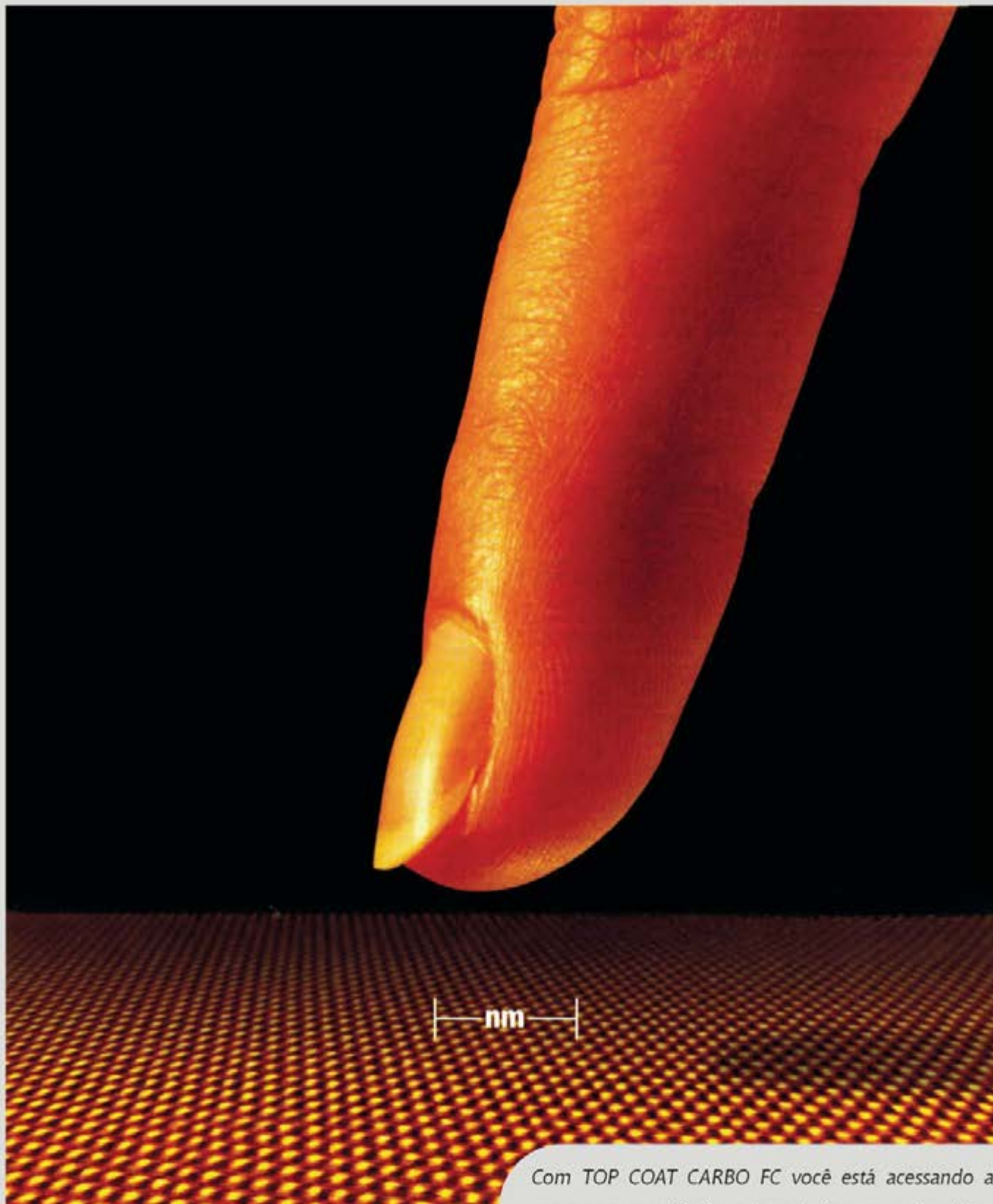
GLOSSÁRIO

Carbonatação – transformação química na qual minerais são alterados para carbonatos, devido ao ácido carbônico.

Pilha eletroquímica – sistema eletroquímico constituído de anodo e catodo em contato metálico e imerso em um eletrólito. No caso do aço, existem milhares de pilhas eletroquímicas com áreas dissimilares ao longo de sua superfície. O aço é um metal extremamente reativo e necessita de proteção complementar eletroquímica, quando utilizado em ambiente corrosivo.

Continua na pág. 32

RECUPERAR • Janeiro / Fevereiro 2007



Com TOP COAT CARBO FC você está acessando a **nano-age world**. Superior a tudo que você aplicou como película de proteção. TOP COAT CARBO FC é o mais profundo toque na "nano tecnologia" para películas de proteção contra a carbonatação do concreto.

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

TOP COAT CARBO FC

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



Situação dos 3 bairros na região metropolitana do Rio de Janeiro.

não era uma preocupação. Nossa prática construtiva para este importante e vital material estava norteadada no critério capenga da obtenção da resistência à compressão necessária e suficiente. Só. Assim, edificações pipocavam a cada dia, assentadas em estruturas de concreto com elevado fator água-cimento (0,70 para cima), tornando-as altamente porosas e, de certa forma, comprometidas pelo fato de quase tudo ser feito na própria obra, sem o devido controle de qualidade. Para engessar ainda mais a combalida durabilidade, percebemos que todo esse concreto desova com camadas de recobrimento próximo a zero centímetros. Com base neste quadro, o Instituto de Patologias da Construção objetivou investigar o efeito da carbonatação em três prédios

os sintomáticos, situados em ambiente urbano, localizados em três diferentes bairros do Rio de Janeiro.

Os procedimentos

Selecionaram-se três prédios, todos com três pavimentos, com base nos sintomas apresentados (desplacamentos da camada de recobrimento), no tipo de deterioração (exposição e corrosão nas armaduras) e no tempo de construção. O prédio A, situado em Madureira e o prédio B, situado em Realengo apresentavam emboço e pintura sobre a superfície do concreto. No prédio C, situado em Irajá, a superfície do concreto era aparente e pintada. Todos os prédios foram construídos com marquise e, exatamente nesta região da edificação, foram feitas as análises, escolhendo-se locais em suas faces inferiores, afastadas uma da outra de 3 metros e 0,50m afastadas da viga periférica,



Desplacamentos evidenciam a presença de corrosão: a causa é a carbonatação.

removendo-se a pintura e o emboço, descobrindo-se a superfície do concreto. Estabeleceu-se em cada marquise, duas áreas de trabalho com dimensões de 30cm x 30cm. Nestas áreas foram feitos exames para a obtenção da resistência à compressão do concreto via esclerometria, análise da presença, diâmetro e profundidade das armaduras com o SCANNER X (Ferroskan), verificação do pH da superfície do concreto com lápis específico, levantamento dos potenciais de corrosão com a semipilha CPV-4 e a análise da frente de carbonatação, através de furacão do concreto e checagem automática do pó do concreto com spray de fenolftaleína. Este método particular de verificação da frente de carbonatação é, também, padronizado por normas internacionais, tipo a BS 1881, “Testing Concrete”, parte 124, “Métodos de análises para concreto endurecido” e foi escolhido tendo em vista que os proprietários não permitiram a quebra do concreto e muito menos a extração de corpos de prova. Os desejados coeficientes de carbonatação (K) foram obtidos a partir da fórmula $K = x \cdot t^{-1/2}$, utilizando-se a idade aproximada da estrutura, t, em anos e a medida da frente de carbonatação, x, em milímetros.

Os resultados

A tabela abaixo apresentada evidencia valores médios obtidos em cada área de 30cm x 30cm, de cada marquise.

GLOSSÁRIO

ASTM – American Society for Testing and Materials.

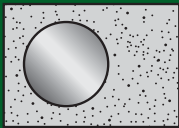
Prédio	Região da marquise	Espessura do recobrimento (mm)	Diâmetro das barras (positivas)	Resistência a compressão (MPa)	pH da superfície do concreto	Potencial de corrosão (mV)	Profundidade da carbonatação (mm)	Coefficiente* de carbonatação (mm.ano ^{-1/2})
A Madureira	A1	3	6mm	19	9	-358	9	1,9
	A2	2	6mm	18	10	-290	5	1,5
B Realengo	B1	4	6mm	26	8	-340	7	2,0
	B2	5	6mm	28	9	-380	7	2,5
C Irajá	C1	8	8mm	17	9	-450	16	5,7
	C2	10	8mm	17	9	-390	22	7,8

* coeficientes de carbonatação até o valor de 6mm.ano^{-1/2} costumam ser característicos de concreto de média qualidade.

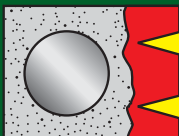
O fenômeno da carbonatação

O dióxido de carbono, CO_2 , presente no ar, adentra nos poros do concreto, dissolve-se na água ali presente, originando uma solução ácida, que acaba por reduzir o pH da matriz cimentícia, extremamente alcalina, caracterizada principalmente pelo hidróxido de cálcio, transformando-o em carbonato cálcico. O pH do concreto descamba para valores próximos do neutro (7). Este processo, que progressivamente adentra no concreto, chama-se carbonatação. Nesse meio tempo, ou seja, quando o pH do concreto já apresenta crachá com pH 11, a cor-

CARBONATAÇÃO



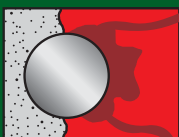
Concreto de boa qualidade (pH=13/14) aço encontra-se passivado.



Dióxido de carbono entra, pH começa a diminuir. O aço ainda não é afetado.



O pH do ambiente em torno da armadura diminui abaixo de 9,5. Começa a corrosão.



A expansão voluntária da corrosão causa trincas e deslocamentos.

Reações para a carbonatação

Fase 1: Os poros do concreto contêm:
água e cal livre
 H_2O e $\text{Ca}(\text{OH})_2$

Fase 2: Quando o dióxido de carbono do ar entra nos poros do concreto, forma-se o ácido carbônico:
dióxido de carbono + água = ácido carbônico
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$

Fase 3: O ácido carbônico neutraliza a cal livre e forma sólidos de carbonato de cálcio em pH neutro.
cal livre + ácido carbônico = carbonato de cálcio + água
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
(alto pH) (baixo pH) (pH neutro)

rosão nas armaduras já pede passagem. Mas nem todos os concretos carbonatam-se com a mesma velocidade. Uma série de variáveis, como a quantidade de cimento introduzida no concreto, sua porosidade, o próprio tipo de cimento, a umidade relativa do ar etc, interferem. À medida que o concreto torna-se carbonatado, adquire, com o tempo, uma certa velocidade de avanço em direção às armaduras estabelecendo, naturalmente, uma linha avançada, chamada frente de carbonatação. Esta linha de frente, quer dizer, esta frente de carbonatação, que adentra em direção às armaduras, com uma certa velocidade, naturalmente, estabelece duas regiões com pH diferentes: uma com pH geralmente menor que 9 (carbonatada) e a outra com o pH original entre 12 e 13 (não carbonatada). Esta velocidade com que se move à frente de carbonatação reduz-se exponencialmente, à medida

que o processo avança em direção às armaduras e é regulada por uma equação:

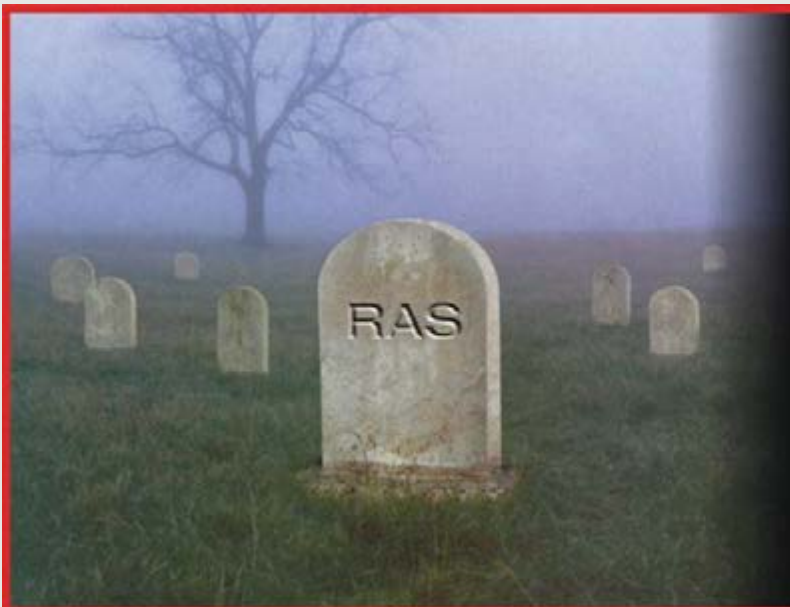
$$K = x \cdot t^{-1/2} \text{ onde}$$

x é a espessura ou profundidade carbonatada, em mm.
t o tempo de exposição, em anos.


K coeficiente de carbonatação, que depende da difusão do CO_2 .
Sua unidade é $\text{mm} \cdot \text{ano}^{-1/2}$



É importante ressaltar que, em concretos molhados ou saturados, a rapidez com que o CO_2 adentra no concreto é 10^4 vezes mais baixa que no concreto em condições normais. Lembramos mais uma vez que é necessário que haja umidade (vapor d'água) dentro dos poros para que se proceda à reação com o CO_2 de modo a ocorrer a acidificação do concreto.



O assassino da Reatividade Álcali-Silica (RAS)



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

Parece, mas não é

Um fenômeno parecido com o da redução do pH do concreto pelo CO₂, é a lixiviação, que muitos técnicos chamam erradamente de carbonatação, que ocorre quando a água permeia por seus poros interiores e acaba saindo através de sua superfície, sob a forma de correntes esbranquiçadas, denominadas de **eflorescências**. Este processo também provoca o abaixamento do pH, devido ao fato da água comumente ter um pH 8 e, através da “lavagem” constante, acaba por reduzir o pH (12-13) do concreto.

E a carbonatação?

Todas as marquises analisadas apresentavam sintomas localizados de corrosão em suas armaduras positivas. Os testes realizados foram feitos em regiões distantes daqueles sintomas. Os potenciais de corrosão com a semipilha foram obtidos apenas nas armaduras positivas.

A ASTM C-876, “Método padrão para obtenção de potenciais com a semipilha nas

armaduras do concreto” prescreve o método de ensaio para a obtenção dos potenciais de corrosão no concreto armado, além das informações pertinentes ao ensaio. Os valores encontrados são associados à probabilidade de corrosão.

O concreto armado das marquises, embora visivelmente sintomáticos de corrosão, foi analisado nas regiões “aparentemente boas” o que, na prática antiga do diagnóstico da corrosão, nos serviços de recuperação estrutural, é tido como “sem comprometimento”. O que se viu, nos três prédios, ao contrário, foram sintomas inerentes de corrosão nas armaduras positivas o que, em princípio, pode não significar um quadro problemático, considerando-se que as armaduras negativas é que respondem pela estabilidade destas peças estruturais. No entanto, com todas as armaduras interligadas e com pilhas de corrosões já instaladas (pelo menos) na ferragem positiva promove-se, automaticamente, no-

vas pilhas de corrosão ativa-passiva. Como o concreto envolvente apresenta diferenças de pH, nutre-se, involuntariamente, pilhas de corrosão por concentração diferencial, tanto pelas diferenças nas características da solução intersticial (eletrólito) que permeia pela interface concreto-armaduras quanto pela oxigenação diferenciada presente nas vielas dos capilares do concreto.



fax consulta nº 29



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil, mestre em corrosão, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologias da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor de diversas empresas.
- E.I. Moreno, R.G. Solis, E. Cob, “Reinforcing Steel Corrosion in Houses Due to Concrete Carbonation in Urban Tropical Environments”, CORROSION/2003.
- E.I. Moreno, P. Castro, J. Leal-Murguía, “Carbonation-Induced Corrosion in Urban Concrete Buildings in Yucatan, Mexico”, CORROSION/2002.
- P. Castro, E.I. Moreno, J. Genescá, “Carbonation-induced Corrosion of Concrete Coastal Buildings in the North of Yucatan, Mexico”, CORROSION/99.
- O. Trocónis-Rincón, A. Romero-Carruyo, C. Andrade, P. Helene, I. Díaz, “Manual for Inspecting, Evaluating and Diagnosing Corrosion in Reinforced Concrete Structure”.
- ASTM C 642, “Standard Test Method for Specific Gravity, Absorption, and Voids in Hardened Concrete”, Annual Book of ASTM Standards.
- G. Fagerlung, “On the Capillarity of Concrete”, Nordic Concrete Research.



Desplacamento na ponta da viga que sustenta a marquise.

Avaliação dos resultados segundo a ASTM C-876

Potencial de corrosão utilizando-se semipilha de cobre-sulfato de cobre (milivolts)	Probabilidade de corrosão (%)
Mais negativo que -350	95
Mais positivo que -200	5
De -200 a -350	Incerta



Poliuréia a rolo?

Finalmente, agora, qualquer um poderá aplicar poliuréia sem aqueles equipamentos caros e complicados. A POLIURÉIA RG é um dos revestimentos mais resistentes da atualidade, utilizado em pisos, tanques industriais etc. Possui 2 horas de pot life, não amarela, odor quase imperceptível, zero VOC, não é inflamável, faz película vítrea e pode ser aplicado com rolo, trincha ou pincel.

POLIUREIA A ROLO

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