

PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO

# RECUPERAR®

[www.recuperar.com.br](http://www.recuperar.com.br)

Ano 7 Maio / Junho 2000

## Pisos de Concreto

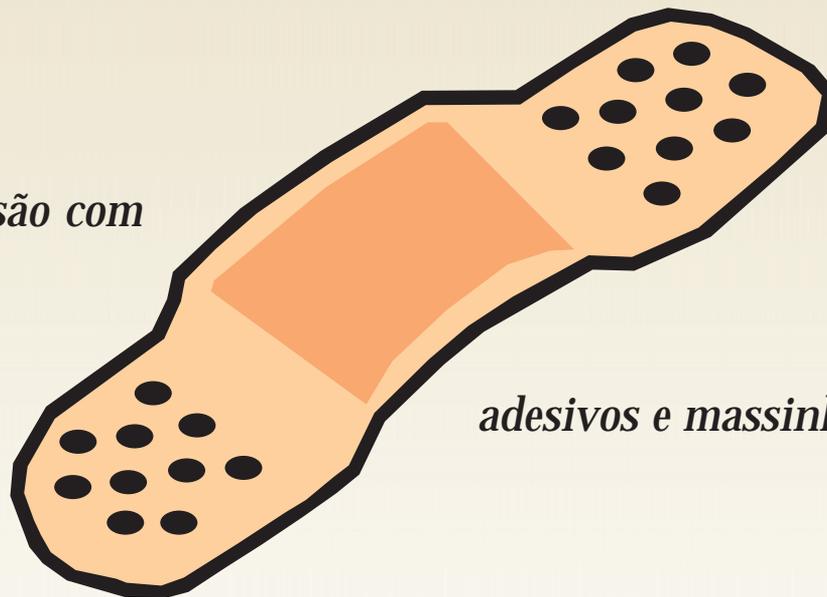
Programa seu cliente  
para o piso que você irá fazer.

**E mais:**

- ⇒ **Dicas de como fazer uma boa pintura.**
- ⇒ **Os melhores revestimentos para proteger o concreto.**

Como acontece o ataque químico no concreto em estruturas marítimas submersas.

*Tratando corrosão com*



*adesivos e massinhas? Ainda?*

*Trate-a com*

# MAZ

***Manta Aderida de Zinco.***



*Corrosão no concreto armado e protendido é um processo eletroquímico somente solucionável com técnica eletroquímica. A aplicação de massas e adesivos na superfície do concreto e/ou do aço nada mais é do que botar bandeirola em ferida infectada. Corrosão é infecção. Infecção a gente trata com proteção catódica. A MAZ tem o melhor custo benefício em matéria de proteção catódica.*

TECNOLOGIA

# 3M

Fitas e Especialidades Industriais

Informe-se hoje mesmo.

# EDITORIAL

# RECUPERAR®

Nº 35 - Ano 7 - Maio / Junho 2000

Aparentemente, são fáceis de fazer. Uma vez executados dão um problema aqui, um probleminha ali. Com a tecnologia existente hoje, então, tudo fica mais fácil. Estamos falando de pisos de concreto, na área industrial e comercial. São muitas as informações e casos que nos chegam, através de fax ou e-mail, de problemas acontecidos em pisos de concreto com uma diversidade de situações envolvendo empreiteira e cliente. Nota-se, de imediato, o grau de exigência dos donos destas áreas. Destes, um caso ou outro foi parar nas mãos de advogados. Qual a solução? Da nossa parte cabe-nos ajudar no sentido de tentar encontrar, tecnicamente, a causa e a melhor solução, nem sempre barata, para os problemas que ocorrem, seja no projeto ou em sua execução, pertinentes ao domínio do comportamento do concreto frente a este ou aquele procedimento. A situação não morre aí. Com o crescente emprego de acabamentos epóxicos em pisos de concreto industriais e comerciais, o quadro de patologias assume uma enorme expressividade, enquadrando, basicamente, dois contextos bem isolados

de sintomas. O primeiro, em maior quantidade, envolve aqueles pisos que, na maioria das vezes, no prazo de um ano, tem a película epóxica descolada ou facilmente arrancada. Nesta situação, depara-se com películas resistentes, porém sem qualquer ligação com o substrato. O segundo contexto de sintomas, basicamente condicionado a prazos que não passam de um a dois anos, refere-se a películas simplesmente pulverizadas com o tráfego imposto. O recurso aos pisos epóxicos (e aqui se enquadram também os vinílicos) não é um fenômeno isolado. Enquadra-se em um contexto mundial que se caracteriza essencialmente pela preocupação em relação à umidade que advém do piso, processando sua força, seja descolando películas fortes e resistentes ou simplesmente desestruturando filmes de baixa qualidade. Nossa colaboração à questão é apresentada em uma matéria de capa, com diversos enfoques: da preparação do piso aos cuidados que antecedem a aplicação do piso sintético e que, com certeza, ajudarão o empreiteiro. Boa leitura.



## PISOS INDUSTRIAIS

### 04 Pisos de concreto.

O que o cliente deverá saber antes da execução do piso industrial ou comercial.



## ANÁLISE

### 10 Indústrias químicas. Os melhores revestimentos para proteger o concreto.

Conheça as características dos revestimentos que fazem a proteção por barreira no concreto, impedindo sua corrosão e destruição.

## PINTURA

### 20 Dicas de como fazer uma boa pintura.

Entenda a importância da espessura do filme a ser aplicado e a cobertura desejada.



## ANÁLISE

### 28 O ataque químico em estruturas marítimas submersas.

O porquê da vulnerabilidade do concreto armado em ambiente tão hostil.



## SEÇÕES

- 03 Carta do Editor
- 17 Meu Problema
- 17 Agenda

- 17 Vocabulário da Recuperar
- 18 Vitrine

## CAPA

O comportamento do piso de concreto, após a sua execução, poderá ser motivo de desentendimento com o cliente. Programe-o e tudo ficará mais fácil.

## PRÓXIMA EDIÇÃO

- Você sabe identificar os protetores penetrantes?
- Analisando estruturas com eco-impacto.
- Uma fibra sintética que está dando o que falar.



O que o cliente deverá saber, antes da execução do piso industrial ou comercial.

# Pisos de Concreto. Manual do cliente.

**Características próprias do comportamento do piso  
poderão dar motivo a desentendimentos.**

**Carlos Carvalho Rocha**

É com muita frequência que assistimos desentendimentos e causas na justiça, envolvendo empresas que executam pisos industriais ou comerciais de concreto e seus clientes. Devido a este indesejável lugar comum, sugerimos que as empresas deveriam informar aos seus clientes, detalhes importantes acerca do piso a ser executado, inclusive sobre sua manutenção futura. Todas estas informações, acreditamos, poderão reduzir em muito os desentendimentos existentes, assim como a presença de advogados na questão. Listamos, a seguir, uma série de informações que poderão ser condensadas em um pequeno manual ou disquete que deverá ser entregue ao cliente, de preferência antes da obra.

### **1ª Parte DESCRIÇÃO DO PISO**

#### **1. O subleito e a sub-base**

Descreva o material do subleito, seu teor de umidade quando compactado e o grau de compactação. Se a sub-base estiver inclusa, descreva o material usado e seu grau de compactação. Inclua também o módulo do subleito ou da sub-base, baseado nos valores do teste do prato (prova de carga direta) ou do ensaio Califórnia, ou mesmo em estimativas baseadas apenas na descrição ou classificação. É importante também, finalmente, se for o

caso, incluir uma estimativa do recalque diferencial e total. Praticamente, toda informação deste item poderá ser encontrada no relatório de sondagem ou com a própria empresa de sondagem/fundação.

#### **2. Barreira ao vapor**

Se for usar barreira contra o vapor, informe se é do tipo lona de polietileno, papel à base de fibras ou outra membrana, mencionando sua espessura, se foi instalada em contato com o concreto ou separada por um colchão de material granular. Caso seja usada a última opção, informe a espessura e a composição da camada de material granular.

### 3. Espessura da laje

Informe a espessura nominal do piso e as possíveis variações que possam ocorrer. Por exemplo, se a espessura nominal é 12cm, significa que a espessura média é 12cm com desvio padrão de .....cm. Preencha os pontinhos com o desvio padrão alcançado pela empresa em serviços similares.

### 4. Concreto

Apresente o traço, o tipo de cimento, aditivos e os agregados. Informe o tamanho máximo nominal do agregado graúdo, a temperatura ambiente, quando da concretagem, e o slump. É muito importante relatar a data de concretagem e as condições do tempo.

### 5. Resistência do concreto

Informe a resistência média à compressão do concreto e as variações que ocorreram nos corpos de prova para as datas de rompimento, detalhando se os corpos de prova foram curados na obra ou no laboratório de controle tecnológico.

### 6. Armaduras

Detalhe o posicionamento das armaduras, dando a quantidade e os diâmetros utilizados.

### 7. Juntas

Informe, através de projeto, a posição das juntas de dilatação e as juntas de

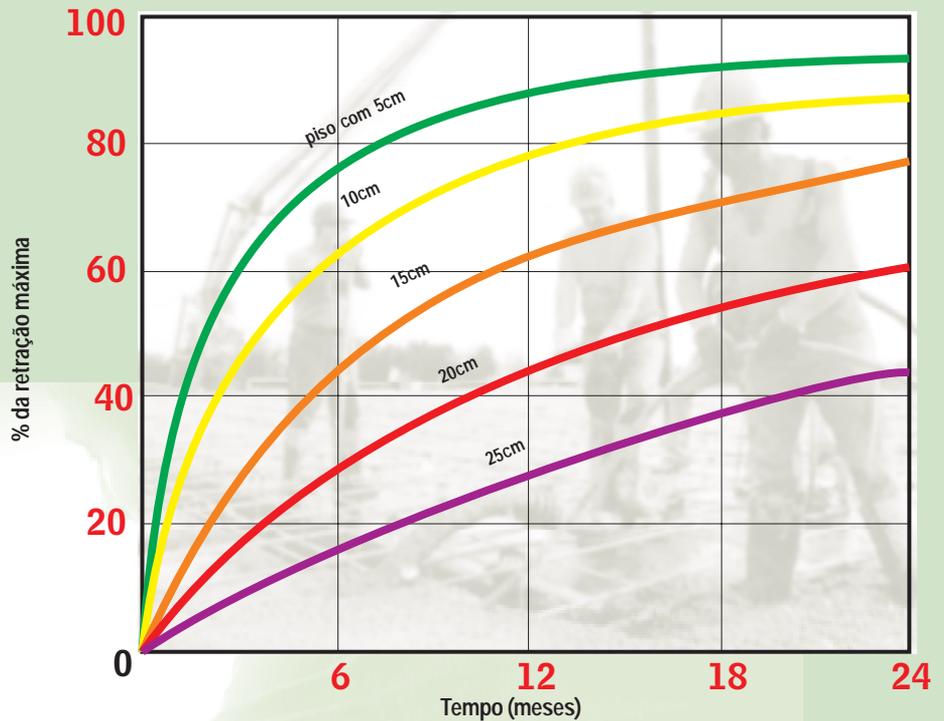


Figura 1 - Pisos espessos retraem muito lentamente. Isto em relação aos pisos mais finos. Um piso de concreto de 20cm pode, ao final de um ano, ainda não ter alcançado 50% de sua retração máxima.

controle (serradas). Para esta última deverá ser detalhado o período de espera após o acabamento, antes dos serviços de corte da junta. É importante relatar a profundidade do corte.

### 8. Método e duração da cura

Apresente o intervalo de tempo, em horas, que ocorreu entre o final dos serviços de acabamento e o efetivo início da cura. Caso tenha utilizado alguma película de cura, informe a marca do produ-

to e a taxa de utilização do produto em m<sup>2</sup>/litro. Se foi utilizado outro método de cura, detalhe-o, inclusive a sua duração.

### 9. Os elastômeros (selantes) das juntas

Indique que elastômero foi usado no preenchimento, informando a largura/profundidade da junta. O calafetamento das juntas deverá ser feito, obrigatoriamente, após um grande período de cura do piso.

## Melhor que metacrilato

Nada de injeção e perda de tempo.



**PP50**  
é só verter.

Preencher e monolitizar trincas e fissuras no concreto estrutural ficou mais fácil com o revolucionário sistema epóxico de baixa viscosidade PP50. Isento de solventes, com 100% de sólidos, possui viscosidade praticamente igual a da água. Basta verter e pronto. Sua estrutura está novamente monolitizada. PP50 só tem dois componentes e é um potente monolitizador, superior ao metacrilato pelo preço e pela facilidade de aplicação. Ideal para aplicação em estruturas com trincas e fissuras como lajes, pisos industriais, lajes de vertedouros, etc.



Fax consulta n° 399

**PP50 na sua estrutura!**

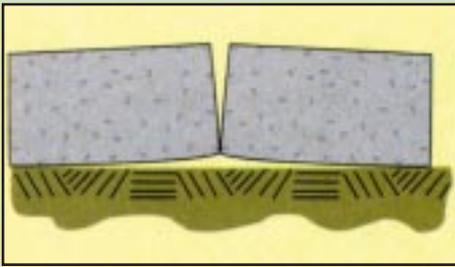


Figura 2 - Quando um piso de concreto seca mais rapidamente em sua superfície do que em seu fundo, o processo de retração provoca o levantamento em suas extremidades, sendo que este sintoma é mais visível no cruzamento de juntas.

## 10. Outras informações

Descreva qualquer outro tratamento que o piso tenha recebido (inclusive se foi dado o tratamento com nível zero) e o equipamento utilizado para aferi-lo. Informe se foram utilizados produtos para o endurecimento químico do piso, especificando onde foram utilizados, a taxa de aplicação e a marca do produto. É interessante relatar as cargas (de projeto) que serão aplicadas sobre o piso, de modo a que, no futuro, caso o piso fique sujeito a outras cargas que não a especificada e, naturalmente, haja problemas no piso, você fique resguardado.

### Parte 2 COMPORTAMENTO DO PISO DE CONCRETO

Esta seção apresenta algumas das características principais do piso de concreto que, necessariamente, o cliente deverá ter co-

nhecimento. Dever-se-á apresentar uma nota do tipo “Pisos de concreto são executados segundo técnicas padronizadas internacionalmente. No entanto, não está livre da surgência de trincas e fissuras aleatórias, de pequenas variações em seu nivelamento e de regiões que poderão apresentar baixa resistência superficial”.

### 1. Retrações

Informe que todo concreto quando entra em processo de secagem retrai e, genericamente, quanto mais espesso o piso mais lentos os efeitos da retração. É interessante apresentar uma cópia da figura 1.

### 2. Levantamento (empenamento)

A região superior dos pisos de concreto retrai mais que sua região inferior. Conseqüentemente, nas extremidades ou nos cantos das juntas ocorrerão levantamentos. Explique que estes pequenos empenamentos são fenômenos naturais em pisos de concreto. Apresente a figura 2.

### 3. Recalques diferenciais

Explique que pisos de concreto podem apresentar pequenos recalques, devido a acomodações no terreno, com reflexos no subleito ou propriamente na sub-base. O recalque diferencial poderá causar alguns fissuramentos ou trincas, além de outras imperfeições (asso-



## ELE ESTAVA TODO CONTAMINADO...

Contaminação no concreto armado e pretendido é fatal. O que se pode fazer para sabermos se o concreto está ou não contaminado? CHLOR-TEST é a única maneira de verificarmos se há ou não contaminação por íons cloretos, esses “bichinhos” que ativam a massa do concreto, tornando-a um “inferno” para o aço. CHLOR-TEST é um teste high-tec que, em apenas 3 minutos, o informa da existência daqueles bichinhos e sua quantidade. CHLOR-TEST é vendido em 3 versões:

**CHLOR-TEST “S”** - para averiguar o estado de contaminação de superfícies de concreto e metálicas.

**CHLOR-TEST “W”** - para checar a presença de concentrações perniciosas de cloretos na água de amassamento.

**CHLOR-TEST “A”** - para verificar se sua areia de jateamento está ou não contaminada com cloretos.

Contaminado já basta o aí de cima

Use **CHLOR-TEST**



Fax consulta n° 402



DURO 10 é um produto à base de silicato, em água, para ser aplicado em pisos de concreto. Reduz drasticamente a porosidade e a alcalinidade, que são as causas da maioria dos problemas em pisos de concreto.

A Fórmula Original DURO 10 pode ser usada em estruturas novas e antigas, inclusive como agente de cura. Age como excelente primer para concretos que serão revestidos ou pintados. É ideal, também, para dar resistência a emboços comprometidos, possibilitando a pintura. Use DURO 10 para tratar também pisos de indústrias, garagens, aeroportos, rodoviárias, estádios, etc.

Fax consulta n° 399

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



Resiste a óleos e graxas. Com DURO 10 seu piso parece melhor à medida que o tempo passa.

**DURO 10**  
Endurecedor Químico  
do  
Concreto

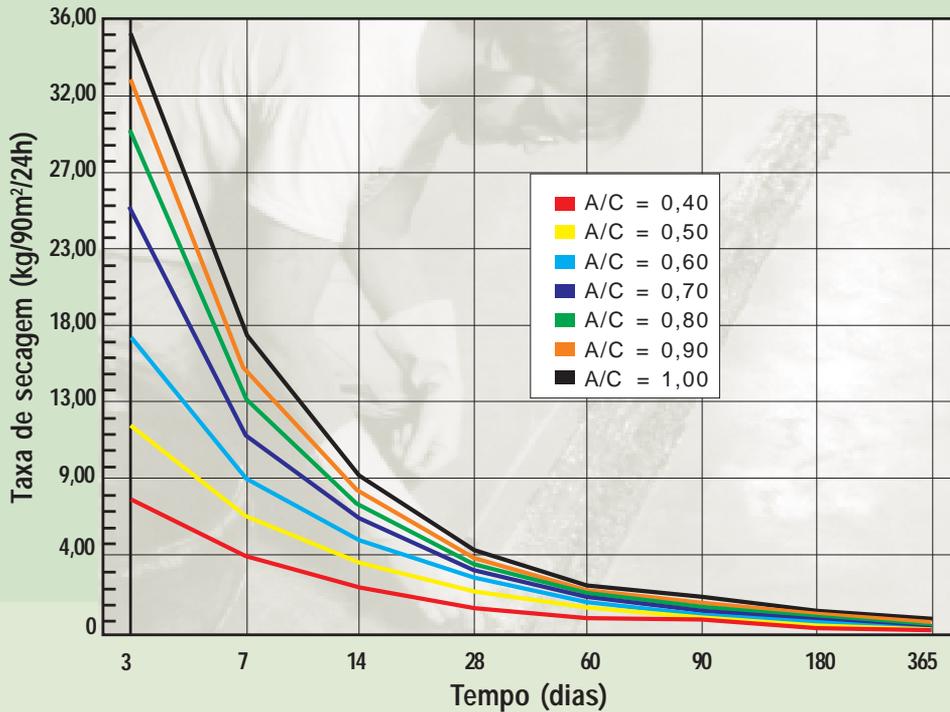


Figura 4 - Excluindo-se os casos de pisos de concreto com fator água/cimento (A/C) extremamente baixos, poder-se-á necessitar cerca de 3 meses até que o piso atenda à exigência da taxa de emissão de vapor d'água de 1,5kg/90m²/24 horas. Muitos projetistas, nos EUA, utilizam o intervalo de 1,5kg a 3kg como limite.

ciadas a diferenças na altura do piso junto às fissuras ou nas juntas).

#### 4. Trincas e fissuras

Informe que tanto a retração quanto os levantamentos (item 2) que possam ocorrer induzem à formação de tensões de tração no piso. O comportamento do concreto à tração é muito fraco. Logo, quando aquelas tensões excedem a resistência de tração do concreto ocorrem trincas ou mesmo fraturas. Dever-se-á apresentar uma cópia da **figura 3**. Para minimizar a surgência de trincas e fissuras incorporam-se juntas ao piso, de modo a criarem-se planos de fraqueza que absorvem estes sintomas, caso ocorram. Mesmo assim, dever-se-á esperar por algumas fissuras ou trincas, mesmo utilizando-se dispositivos para controlá-las. Estes dispositivos são as próprias armaduras e fibras sintéticas, que minimizam a surgência de trincas e, no caso de aparecerem, limitam em muito sua abertura, assim como seu deslocamento vertical.

### Parte 3 A PREPARAÇÃO PARA O ACABAMENTO

#### 1. A remoção da película de cura

Caso tenha utilizado película de cura, remova-a de forma apropriada, de acordo com as instruções do fabricante.

#### 2. O tempo de secagem

É muito importante informar ao cliente que o futuro revestimento é absolutamente sensível à presença de umidade. A norma ASTM F1869-98, "Método padrão para cálculo da taxa de emissão de umidade por vapor d'água para pisos de concreto, usando o cloreto de cálcio anidro", especifica a taxa de transmissão da umidade pelo vapor d'água, em quilos d'água, transmitidos através do

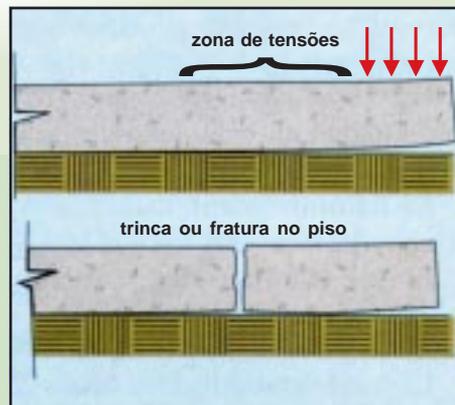


Figura 3 - Uma vez ocorrendo o levantamento do piso nas juntas, aparecerão também tensões de tração em sua superfície, na medida que veículos ou cargas passam nesta região. Quando estas tensões ultrapassam a resistência de tração do concreto ocorrem trincas ou mesmo fraturas próximas às juntas.

**A invenção da fibra de aço foi sensacional há alguns anos atrás...**



**...hoje a novidade é POLISTEEL.**

**PARECE AÇO MAS NÃO É.**

POLISTEEL é uma revolucionária fibra híbrida polimérica de alta performance que oferece todas as qualidades da fibra de aço (e da tela eletrosoldada), para pisos industriais, revestimentos de túneis, construção de taludes, etc. Não corrói e não é magnética. Mais, todos aqueles problemas que você tem com a fibra metálica, na execução de sua obra, vão deixar de existir com a POLISTEEL. Solicite amostra e comprove o revolucionário design de...

**POLISTEEL**  
a rainha das fibras.



Fax consulta nº 412



O kit do TVA-OK para indicar a taxa de vapor d'água inclui um prato que contém o cloreto de cálcio, uma cobertura plástica e um rolo de fita para vedação de cobertura plástica.

piso em uma área de 90m<sup>2</sup>, durante um período de 24 horas. Este teste é feito com o dispositivo chamado TVA-OK. A umidade do piso, na forma de vapor que vem do solo e/ou do próprio concreto, antes de se aplicar qualquer pintura ou revestimento, não poderá exceder a taxa de 1,5kg por 90m<sup>2</sup> de área por 24 horas. Para maiores informações consulte RECUPERAR n° 30. Genericamente falando, pisos de concreto secam lentamente. Logo, a obtenção do tempo de secagem necessário e da taxa poderá levar semanas até meses. Dever-se-á relatar os testes com o TVA-OK, incluindo-se as datas das leituras e a evolução das taxas. Apresente uma cópia da **figura 4**.

### 3. O pH de superfície e o revestimento a ser aplicado

Para o revestimento ser aplicado, seja epóxico, vinílico ou outros, costuma-se exigir um pH para a superfície do concreto, isto é, um valor que não seja superior a 8, sob risco de comprometer o revestimento. O pH do concreto varia de 11 a 12. A medida que o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) do ar atmosférico reage com a superfície, diminui o pH. O teste do pH é feito com o lápis medidor de pH. Exija sempre revestimentos com 100% de sólidos.

## Parte 4 MANUTENÇÃO

### 1. As juntas

Evidencie que, como o concreto retrai, as juntas efetivamente abrem (a uma taxa decrescente), podendo ocorrer o

descolamento do elastômero (selante) aplicado, seja em uma ou em ambas as faces da junta. Como regra geral, se o elastômero descolar de uma das faces da junta mais do que a espessura de um cartão de crédito, torna-se necessário preencher este vazio com o mesmo elastômero. Caso ocorra o descolamento em ambas as faces da junta,

dever-se-á remover o elastômero, preenchendo novamente a junta.

### 2. A limpeza do piso

Dever-se-á instruir o cliente para não utilizar produtos ácidos ou fortemente alcalinos na limpeza do piso, pois atacam a pasta de cimento, desestruturando o



**O problema em pisos epóxicos começa localizado.**

**Logo, logo torna-se disseminado.**

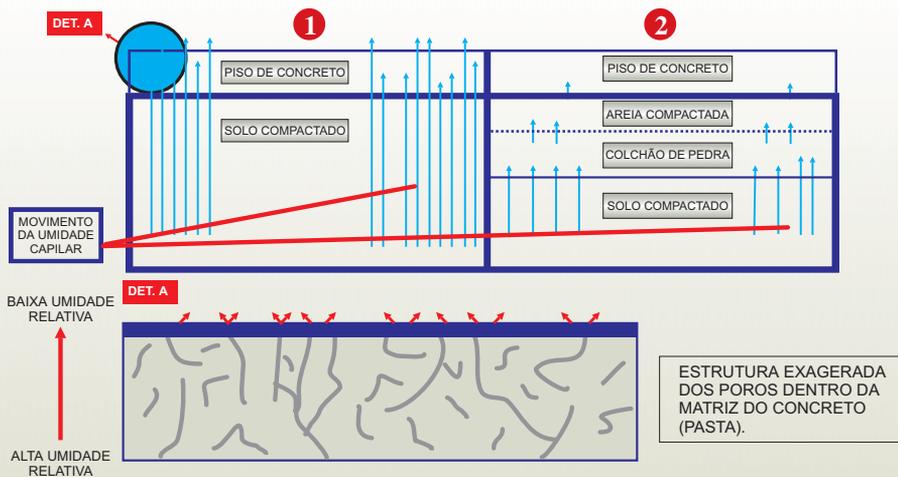
**A solução é o  
TVA-OK**

O problema resume-se em manchas, bolhas e deslocamentos. Enfim, o piso epóxico que você aplicou logo, logo estará comprometido. Por que? A questão resume-se em um teste obrigatório que deveria ter sido feito antes da aplicação da pintura: o teste da transmissão do vapor d'água (TVA), conforme recomenda a norma ASTM F1869-98. Sem o TVA-OK, todo seu investimento poderá estar sofrendo com as tensões originadas pela saída do vapor d'água do piso de concreto. Só o TVA-OK identifica o maior causador de problemas em pisos epóxicos.

Não arrisque mais. Faça hoje mesmo o TVA-OK.

**TVA-OK**

## Duas situações típicas em um piso de concreto



concreto. Se o piso de concreto ficar sujeito a tráfego de caminhões ou outros veículos, não poderá haver sujeira grossa ou fragmentos sobre a superfície, já que provocam danos no piso.

### Parte 5 RECUPERAÇÃO

#### A inspeção de rotina

Pisos sujeitos a desgaste severo deverão ser inspecionados com frequência. Dever-

se-á alertar o cliente para que fiscalize seu piso contra a surgência de pequenas deflexões nas juntas (empenamentos ou outras imperfeições), trincas, descolamentos do elastômero aplicado nas juntas, riscos, erosão excessiva e deslocamentos. Instrua o proprietário que, detectando estes problemas em sua fase inicial, poder-se-á repará-los de forma econômica e rápida. De outro modo haverá um encadeamento de problemas e prejuízos

Fax consulta nº 419

Para ter mais informações sobre Pisos de Concreto.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

### REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Boyd Ringo and Robert Anderson, Designing Floor Slabs on Grade, 2nd ed.
- Armand H. Gustaferro, "Are Thickness Tolerances for Concrete Floors on Grade Realistic?"
- Willian F. Perenchio, "The Drying Shrinkage Dilemma".
- Bruce A. Suprenant and Ward R. Malisch, "Are Your Slabs Dry Enough for Floor Coverings?"
- Steve Metzger, "A Closer Look at Industrial Floor Joints".

Na RECUPERAR você encontra uma verdadeira assessoria técnica ao seu problema, Assine em sua construção. **RECUPERAR**  
(21) 493-4702

## Epoxis de alta performance para pisos de concreto.

Nossa experiência em pisos epóxicos, para indústrias, começou a 33 anos atrás. Nossa especialidade estão naqueles pisos sujeitos a severo ataque químico e ao grande trabalho de abrasão.

Peça-nos, hoje mesmo, cotação para o seu próximo piso epóxico.

Fax consulta nº 430





# Indústrias químicas. Os melhores revestimentos para proteger o concreto.

Conheça as características dos revestimentos que fazem a proteção por barreira no concreto, impedindo sua corrosão e destruição.

### Michelle Batista

Efetivamente, é mais difícil proteger o concreto da ação de agentes químicos do que propriamente o aço. Isto pelo fato do concreto ser um material feito no local e, portanto, sujeito a uma enorme quantidade de variáveis que o tornam suscetível de uma série de patologias. Sua superfície, apresentando baixa resistência de tração, oferece baixa adesão às tintas e revestimentos e, adicionalmente, devido à grande porosidade, rugosidade e alcalinidade existentes, promove discontinuidades no filme, além de incompatibilidades com o material aplicado. Sem uma proteção por barreira, a superfície do concreto é facilmente contaminada. Com isso, passa a oferecer um ambiente químico pernicioso às armaduras imersas em sua massa.

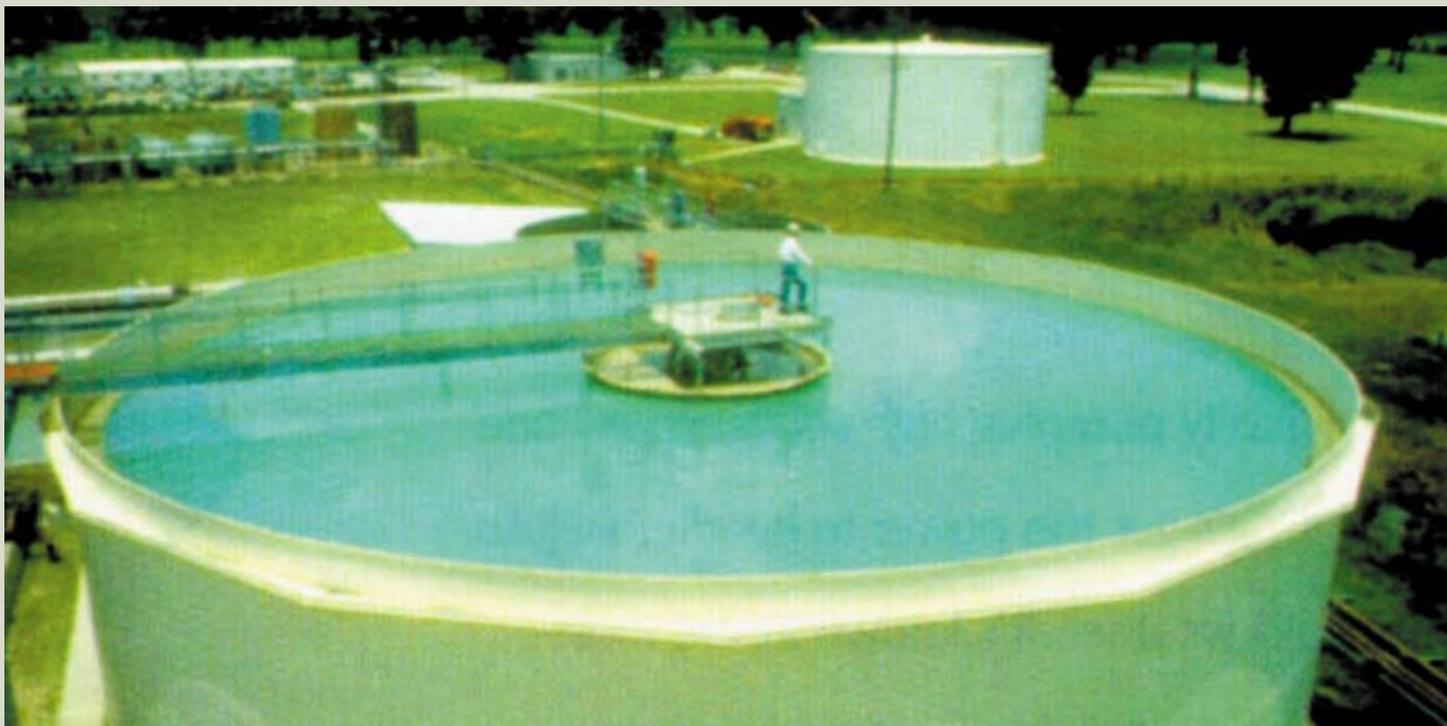
De um modo geral, desconsiderando os problemas inerentes à aplicação das tintas e revestimentos, poder-se-á exigir três características básicas fundamentais para a proteção, por barreira, a ser aplicada sobre o concreto, de modo a agüentar o tranco do ambiente químico agressivo existente nas indústrias de processamento químico.

- Ser física e quimicamente resistente ao ambiente para o qual foi escalado.
- Para ser durável, precisará oferecer uma barreira absolutamente livre de furos e imperfeições, formando uma película com espessura adequada e constante na superfície do concreto.
- Precisar estar firme e permanentemente aderida à superfície do concreto.

O restante deste artigo discute o significado destes três itens, suas características,



Vigas de uma estrutura offshore em estado de corrosão. A proteção por barreira é fundamental. Mas nos serviços de recuperação estrutural exigir-se-á, adicionalmente, pastilhas de zinco para interromper a corrosão.



Neste tanque de uma estação de tratamento de esgoto, há uma perfeita barreira contra a ação química, por dentro e por fora.

além de promover os procedimentos de controle de qualidade específicos que assegurem a melhor performance para o revestimento aplicado.

**A seleção do revestimento específico ao ambiente químico**

A película do revestimento que forma a barreira de proteção do concreto à ação das

substâncias químicas, seja por imersão total ou atmosférica, com direito a respingos ou contato direto, deverá oferecer total resistência, considerando-se as diversas temperaturas do ambiente circundante. A im-

**Corrosão bacteriológica?**

O epóxi 28 é a melhor resposta à ação bacteriológica em estações de tratamento de esgoto. O concreto não resiste à ação do esgoto. O EPÓXI 28 sim.

**EPÓXI 28**  
INDUSTRIES, INC.

Fax consulta nº 271



A película deste revestimento sobre concreto apresenta furos como resultado do contato direto com produtos químicos ricos em sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S). A referência é uma caneta e o tempo de exposição é de 18 meses.

permeabilidade deverá ser total, de modo a impedir o ataque das substâncias químicas em sua retaguarda, isto é, na interface do revestimento com o concreto, interferindo em sua adesão. Abrasão e impacto serão outras características exigíveis para se manter firme por longo tempo. Para se selecionar um revestimento ou pintura que faça uma verdadeira proteção por barreira em ambiente tão agressivo, jamais se poderá considerar o aspecto preço como parâmetro principal. Deve-se sim observar as seguintes diretrizes:

- Que seja quimicamente estável à ação dos produtos químicos que fará contato.
- Que tenha antecedentes de aplicação em situações similares.
- Atenda a testes laboratoriais, observando-se todas as características daquele ambiente, principalmente no tocante à temperatura.

Na tabela 1, apresentamos uma grande variedade de informações que poderão ser cruzadas com o intuito de se alcançar o material desejado. Uma vez ensaiadas e selecio-

nadas as amostras na própria indústria, exija do fabricante ou distribuidor um atestado de que o revestimento estará apto ao serviço, estabelecendo um tempo de garantia.

### O problema dos furos e a espessura ideal

A principal característica, além da resistência química, da película do revestimento que formará a barreira de proteção ao ambiente químico agressivo é que seja contínua, absolutamente livre de furos e tenha uma espessura sobre o concreto que assegure durabilidade. Em estruturas metálicas costuma-se exigir espessuras de filme seco (EFS) que variem de 350 a 500 micrômetros, obtendo-se barreiras absolutamente intransponíveis a toda ação de produtos químicos. Infelizmente, com estes números, não se pode trabalhar em superfícies de concreto já que diferem totalmente das superfícies metálicas. Sua rugosidade e porosidade formam uma superfície absolutamente diferente que necessita de maior espessura para compensar as reentrâncias e protuberâncias existentes. A aplicação de produtos específicos, com 100% de sólidos, costuma exigir de 5000 a 1.000 micrômetros de espessura, sendo comum a exigência de maiores espessuras. O próprio "Guide for the use of waterproofing, prote-

## Só existe uma maneira de interromper a REATIVIDADE ÁLCALI-SÍLICA...



... Para estruturas existentes

**RENEW®**

LITHIUM FÓRMULA

... Para estruturas a serem executadas

**LIFETIME®**

LITHIUM FÓRMULA



Fax consulta nº 364

## TABELA 1 – OS CANDIDATOS A REVESTIMENTOS

Filmes e Revestimentos			Resistência para serviços Específicos			Temperatura Máxima de Revestimento em Serviço	
Estrutura	Tipo e Concentração	Descrição	Concentração	Exposição	Temperatura (°C)	Película Fresca (°C)	Película Seca (°C)
Tanque de Ácido	98% Ácido Sulfúrico (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Estervinílico ou epóxi novolac com manta	80-98%	Imersão	71	71	121
Tanque de Cáusticos	50% Hidróxido de Sódio (NaOH)	1-mm), Estervinílico com flocos	50%	Imersão	54	54	93
Tanques que contém ácidos e cáusticos combinados	98% Ácido Sulfúrico 50% Hidróxido de Sódio	Epóxi novolac armado com manta de poliéster	98% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 50% NaOH	Respingos	54	54	64
Tanque de hipocloreto de sódio	15% Hipoclorito de Sódio (NaOCl)	1 - revestimento estervinílico com flocos ou películas de FPVD, PVC, or PVCC*	17%	Respingos	38	54	93
Bacia de neutralização**	2-20% Ácido Sulfúrico ou Hidróxido de Sódio	1,2-mm, epóxi novolac estervinílico com flocos ou epóxi alcatrão com 100% de sólidos curado com amina	2-20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 50% NaOH	Respingos Imersão	54 54	54	93
Tanque de água desmineralizada	2-20% Ácido Sulfúrico ou Hidróxido de Sódio	1-mm, estervinílico rico em flocos	2-20% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 50% NaOH	Respingos Imersão	54 54	54	93
Tanque de óleo lubrificante	Óleo lubrificante	1-mm, ester vinílico rico em flocos	Gasolina	Imersão Imersão	38 38	54	93
Tanque do boiler de alimentação química	5-10% Fosfato, 2-5% Ciclohexilamina, 1-5% Ácido Isoascórbico	1-mm, estervinílico rico em flocos	sem dados		54	93	–
Tanque de diesel	Diesel	2 demãos de epóxi elastomérico	Diesel	Imersão	38	–	–

\* FPVD - fluoreto de polivinilideno; PVCC - cloreto de polivinila clorotado.

\*\* Se o teor ácido estiver abaixo de 5%, dever-se-á usar um epóxi a base de alcatrão.

tive and decorative barrier systems for concrete” do American Concrete Institute, especifica espessuras de 500 a 9500 micrômetros para atendimento a ambientes químicos intermediários e severos respectivamente. Por outro lado, o município de Los Angeles, na Califórnia, o principal estado pesquisador e com maior experiência em sistemas de proteção por barreira de estações de tratamento de esgotos, estabeleceu um procedimento padrão intitulado “Evaluating protective coatings for concrete exposed to sulfite generation in wastewater treatment facilities” no qual especifica que para resistir ao ataque do gás sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) dever-se-á ter espessuras da ordem de 2.000 micrômetros, independentemente se o revestimento é epóxico, poliéster, epóxi alcatrão ou estervinílico. Para prevenir o blo-



O uso de epoxis específicos torna-se importante.

queio do solvente entre demãos, fatal à durabilidade do revestimento, pois ocasiona a formação de bolhas e descascamento da película, todo e qualquer revestimento, mesmo contendo ínfimo percentual de solvente, só deverá ser aplicado em múltiplas demãos (bem finas), de modo a atender a EFS obrigatória. Os revestimentos que possuem 100% de sólidos (ausência de solventes) podem ser aplicados em uma ou duas demãos, já que não oferecem este perigo. A espessura desejada (EFS) deverá ser rigorosamente medida.

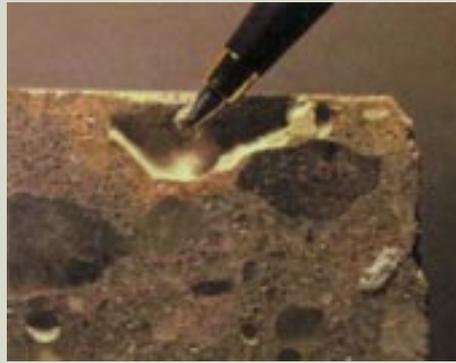
### Melhorando a superfície do concreto

Mesmo desconsiderando-se a EFS, o revestimento líquido que formará a barreira de proteção sobre o concreto certamente apresentará furos se aplicado sobre uma superfície com grandes vazios ou com agregados expostos. Para tanto, exigir-se-á duas alternativas para correção após a limpeza ou remoção da nata superficial:

- Correção dos buracos existentes com uma pasta epóxica, aplicada com espátula. Antes, dever-se-á aplicar um primer epóxico.
- Correção dos buracos com uma pasta cimentícia modificada com estireno-butadieno (EBD) aplicado na espátula. Antes dever-se-á saturar a superfície com água. O processo de secagem (úmida) será de três a sete dias, seguindo-se mais três ou sete dias de cura, antes da aplicação do revestimento. Atenção, pois alguns revestimentos à base de solventes poderão amolecer a pasta aplicada na interface com o revestimento resultando no descolamento do sistema.

### A adesão do revestimento

A película que formará a proteção por barreira precisará estar firmemente aderida à superfície do concreto para promover um escudo protetor por muito tempo. Todo tipo de revestimento, especialmente aqueles que formam fortes barreiras à entrada de corrosão no concreto, impõe tensões na interface revestimento/substrato, na medida que a resina sofre retração durante sua cura. Devido às diferenças entre os coeficientes de dilatação (contração) térmica da película do revestimento e o substrato (concreto) ocorrem também tensões à medida que a temperatura ambiente varia. Como a resistência à tração do concreto é significativamente fra-



Acima: Vista em corte de uma grande cavidade após o hidrojateamento com areia.

Abaixo: Outras cavidades após o hidrojateamento.

ca (de 8 a 12% de sua compressão), nada comparada à do aço, a adesão do revestimento é plenamente limitada, oferecendo, no teste de arrancamento (pull test), valores em torno de 2,5 a 4,5MPa para concretos com resistência à compressão de 35MPa. Indiferentemente de qual seja a resistência da superfície base, se o revestimento não estiver perfeitamente aderido ao substrato

**Aicano**  
Arquitetura e Engenharia

### Recuperação Estrutural?

- Reforço Estrutural com Manta de Fibra Carbono.
- Restauração de Fachadas.
- Concreto Projetado.
- Impermeabilização.
- Gerenciamento e Fiscalização de Obras.

...Até de baixo d'água.

**(21) 252-1154**

## Recuperação e Reforço Estrutural

Desde 1975

- concreto projetado
- restauração de fachadas
- reforços com fibra de carbono

**TECNIPOL**  
http://www.tecnipol.com.br  
Fone: (011) 573-0609 Fax: (011) 575-4028

a ruína ocorrerá na superfície do concreto. A adesão do revestimento no concreto é afetado por uma série de variáveis, como a característica do revestimento, do primer, a forma de aplicação de ambos, a presença/ausência de contaminantes no ou dentro do substrato e, finalmente, a maneira como a superfície é preparada para receber o revestimento. Como dissemos anteriormente, cada concreto possui variáveis próprias em função do local onde é moldado. Logo, torna-se importante, sempre, exigir testes de arrancamento naquela que seria a superfície final a ser revestida, antes de prosseguir com os trabalhos de aplicação do revestimento.

### O controle de qualidade

Todo serviço requer um controle de qualidade que, para a situação que está sendo preparada, definirá uma espessura de filme seco adequada (EFS), a ausência total de furos ou micro-furos e uma perfeita adesão ao substrato.

### Medindo a espessura do filme

Embora os medidores ultrassônicos sejam bem precisos para medir sobre superfícies



Acima: Teste de arrancamento de películas com medidor hidráulico.

Abaixo: O equipamento chegou a arrancar parte da massa do concreto com uma pressão de 33MPa.

lisas, estabelecem, em relação à superfície do concreto, formada por protuberâncias e reentrâncias, uma média entre estas duas situações que compromete a verdadeira medida

da espessura da película aplicada, tornando-as inadequadas para este tipo de trabalho. Da mesma forma ocorre com os instrumentos eletromagnéticos medidores de espessura e aqueles chamados “eddy current”. Desta forma, a única maneira de medir a EFS é procedendo a testes destrutivos conforme recomenda a norma ASTM D 4138, “Método padrão de medição de EFS de revestimentos protetores por meios destrutivos”. O instrumento padrão (Tooke Gauge) que executa este teste também é inadequado para superfícies de concreto porque na lâmina de corte também quebra o concreto, invalidando o teste, já que torna impossível visualizar a interface revestimento/concreto. A solução foi pela modificação deste instrumento, instalando-se um pequeno motor que aciona a lâmina de corte, impedindo o fraturamento do substrato, permitindo uma perfeita visualização da interface concreto/revestimento.

### Verificando-se a existência de furos

O uso do “Holiday Detector” de alta voltagem serve a dois propósitos: localizar furos que comprometeriam a performance do revestimento e permitir ao aplicador do revestimento estabelecer técnicas de aplicação

# Sorbents

## Produtos Absorventes

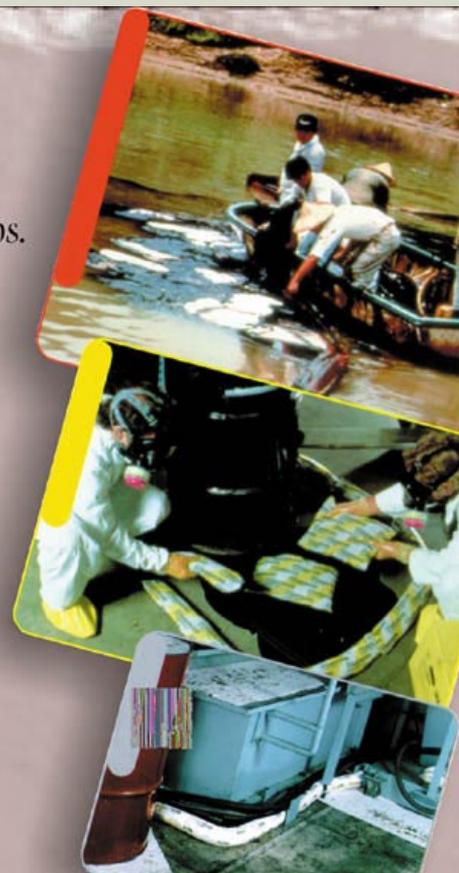
*A solução eficiente em caso de derramamento de líquidos perigosos.*

Derramamento de líquidos perigosos acontece nas piores horas e lugares. Frequentemente, a ação de combate e controle ao derramamento é prejudicada pela falta de material adequado e de pessoal treinado para a situação.

Os absorventes do mercado não são eficientes na absorção de vários líquidos, demandam muito trabalho para uso, geram muita sujeira e grandes volumes de material contaminado, dificultando, principalmente, o seu descarte. Os sintéticos SORBENTS, por sua vez, são leves, fáceis e práticos de manusear. São indicados para uma grande variedade de aplicações e geram reduzido volume de material contaminado. Podem ser reutilizados no mesmo derramamento e reduzem a quantidade de resíduos gerada, possibilitando também o reaproveitamento do líquido. Peça, hoje mesmo, o catálogo e saiba qual o tipo de SORBENT adequado à sua necessidade.

Previna-se com **SORBENT**

Fax consulta nº 421



cada vez melhores, de modo a evitar a presença dos furos comprometedores.

O uso do "Holiday Detector" em revestimentos aplicados sobre superfícies metálicas é perfeitamente compreendido. No entanto, para o caso do concreto como base torna-se complicado porque a condutividade do concreto varia enormemente segundo seu percentual de umidade, a junção de aditivos e principalmente pela presença ou falta de armaduras. Logo, por possuir condutividades muito variáveis, torna-se difícil saber de antemão qual voltagem aplicar para localizar furos, sem afetar o revestimento. Contudo, ainda assim, é recomendado testar a voltagem a ser empregada na obra, fazendo um furinho numa área do revestimento que tenha espessura conhecida. Deve-se ajustar a voltagem a ser aplicada a partir do menor nível existente no aparelho, de maneira a detectar o furo feito anteriormente. Desta forma, poder-se-á detectar qualquer outro furo existente no revestimento. Para grandes superfícies, poder-se-á necessitar de uma série de furos e vários ajustes na voltagem, de modo a compensar as diferentes condutividades que poderão aparecer no substrato, em função dos diferentes teores de umidade e densidades de armaduras que poderão existir. Claro que o revestimento deverá estar perfeitamente seco e curado, antes da execução dos testes com o "Holiday Detector".

O teste com o "Holiday Detector" deverá ser feito em períodos pré-determinados, de modo a atestar a performance do revestimento à ação dos produtos químicos atuantes. De outra forma, estará se condenando o revestimento e todo o trabalho executado. Em outras palavras, é uma péssima estratégia entender que o revestimento resistirá para sempre ou até que seja destruído. Seu monitoramento torna-se mais econômico. Todos nós sabemos da dificuldade da indústria parar sua produção para se analisar o revestimento. Contudo, ainda assim, justifica-se todo o empenho e precisão após a aplicação do revestimento.

### Medindo a adesão do revestimento

Existem diversos equipamentos, a partir do teste de arrancamento, para medir a adesão do revestimento em substratos como o chamado "Pull Out". Este equipamento deverá ter as seguintes características:

- Tamanho da área do teste  
O American Concrete Institute, através do comitê 503, elaborou o relatório "Use of epoxy compounds with concrete" que, no

apêndice "A" fala sobre "A field test for surface soundness and adhesion", exigindo um aparelho que tenha 5cm de diâmetro ou uma área superior a 19cm<sup>2</sup>, justificando que com esta área diminui-se qualquer efeito, seja por vazios ou alguma pedra que possa ter sobre o resultado.

- Corte em torno da área de teste  
Este corte torna-se necessário para garantir que a força de arrancamento seja aplicada diretamente sobre a região do teste, o que é particularmente importante quando se quer testar películas de revestimentos espessos ou que tenham alguma fibra fazendo armação, de modo a estruturá-la. Pode-se imaginar o quão será intensa a força de arrancamento sobre o filme e nas áreas adjacentes. Assim, para impedir a surgência de fissuras ou mesmo trincas na película, deve-se proceder um corte preciso em torno da região a ser testada.

- O arrancamento será perpendicular à superfície  
Segundo os especialistas, a forma como o filme é puxado é um dos maiores introdutores de erro neste teste, já que não é tão fácil sincronizar a força de puxamento ou arrancamento perpendicular ao plano do revestimento a ser testado. O que ocorre é que mesmo pequenos desalinhamentos resultarão na aplicação adicional de um momento fletor, causando tensionamentos perniciosos ao teste, podendo ocorrer o descolamento do filme acompanhado de fraturas em torno da área a ser testada. Claro que este procedimento conduzirá a resultados errados.

- Aplicação uniforme de uma força de arrancamento

O problema é que o concreto, nesta situação, comporta-se de maneira frágil e quebradiça. Torna-se, pois, importante aplicar uma força bem uniforme e cuidadosa, de modo a produzir resultados consistentes e precisos. O fato é que se o filme, como consequência da força imposta, soltar-se facilmente oferecendo resultados baixos (da ordem de 2Mpa) poder-se-á ter os seguintes problemas:

- O serviço de preparação da superfície foi inadequado.
- A superfície encontra-se contaminada com uma oleosidade invisível, provocada por óleo, gordura ou qualquer produto químico.

- O revestimento aplicado é incompatível com a superfície.
- A superfície (do concreto) apresenta-se fraca demais.

Obter-se-á valores de adesão significativos se, e somente, se proceder a uma preparação adequada para a superfície do concreto. Retirando-se aquela nata superficial, descontaminando, conseqüentemente, a superfície com vapor ou detergentes específicos e, finalmente, aplica-se uma ou duas demãos de primer que seja bem penetrante, algo com viscosidade não superior a 50cps.

### Fax consulta nº 422

Para ter mais informações sobre Revestimentos.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

### REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é Química.
- ACI 515.1R, ACI Manual of Concrete Practice, revised. American Concrete Institute.
- J.A. Redner, E.J. Esfandi, and R.P. Hsi, "Evaluating Protective Coatings for Concrete Exposed to Sulfide Generation in Wastewater Treatment Facilities.
- J. Steele, "Coating Film Thickness in Concrete Sanitary Sewers: How Much Is Enough?"
- J. Steele, "Application of Protective Coatings To Uncured (Green) Concrete".
- Portland Cement Association, Design and Control of Concrete Mixtures.
- ASTM D 4787, Continuity Verification of Liquid of Sheet Linings Applied to Concrete Substrates, gets around the issue of variable continuity of the concrete substrate by installing a conductive underlayment beneath the coating film.
- J. Steele, "Testing Adhesion of Coatings Applied to Concrete".

### CONTROLE TECNOLÓGICO

**ALPHAGEOS**

TECNOLOGIA APLICADA S.A.

0800 156 800  
(011) 7295-6699

RUA JOÃO FERREIRA DE CAMARGO, 703 - TAMBORE - BARCELONA, SP  
06460-060 - FAX (011) 7295-3256 - [alphageos@uol.com.br](mailto:alphageos@uol.com.br)

**Hidrólise** - Dupla reação de decomposição envolvendo a divisão da água em seus íons e a formação de uma base fraca ou ácido fraco ou ambos.

**Logarítimo** - Artificio matemático que consiste na capacidade através da qual um número base pode ser aumentado. Por exemplo, o logarítimo para a base de 10, de  $10^2$ , é 2. Assim, o logarítimo de 100 é 2, de 1.000 é 3, de 10.000 é 4, etc.

**Estireno butadieno (EB) (emulsão)** - Tintas látex feitas com EB usualmente apresentam mais brilho, mas amarelam mais facilmente que as tintas feitas com polímeros comuns acrílicos ou de PVA. EB cura por oxidação, em 30 dias, deixando o filme resistente à

água. É monoxidante, resistente a álcalis fortes, umidade e mofo.

**Tensão (stress)** - Pressão. Força que produz ou tende a produzir deformação no corpo, medida através da força aplicada pela unidade de área.

**Depolimerização** - Separação de uma molécula complexa em moléculas simples.

**Elastômero** - Material emborrachado que retorna, em curto tempo, às suas dimensões originais, após ter sofrido grande quantidade de deformação.

**Hypalon** - Polietileno sintético clorosulfonatado usado como base de elastômeros que tenham solvente em sua formulação.

**Mastique** - O termo "mastique" usualmente refere-se a consistência de um determinado material ou substância não elastomérica.

**Selante** - Termo muito antigo (e inadequado) utilizado para aqueles produtos próprios para preencher um vazio (ou junta) entre materiais iguais ou diferentes. Usado também para produtos de imprimação antes da tinta de acabamento, além de outras denominações.

**Pot life** - Tempo durante o qual a tinta, revestimento ou o elastômero, após a mistura de seus (dois) componentes, permanece adequada para aplicação. Vem do termo inglês "potential open time".

- **Tenth International Congress on Polymers in Concrete (ICPIC)**  
May 21-24, 2001  
Sheraton Waikiki Hotel  
Honolulu, Hawaii  
Phone: 248-848-3820  
Fax: 248-848-3801

- E-mail: [info@aci-int.org](mailto:info@aci-int.org)
- **4º Conferência Internacional de Recuperação e Inovações do ACI**  
ACI's Fourth International Conference - Seul, Coreia, 19 a 22 de Setembro de 2000
- **Advances in Cement and Concrete**  
August 20-25, 2000

- United Engineering Foundation  
Mont-Tremblant, Quebec, Canada  
Phone: 212-591-7836  
Fax: 212-591-7441  
E-mail: [engfnd@aol.com](mailto:engfnd@aol.com)  
[www.engfnd.org/engfnd/0ax.html](http://www.engfnd.org/engfnd/0ax.html)

Engº Juvenal Siqueira Filho - SP

### PERGUNTA

Sou engenheiro de manutenção industrial em uma grande empresa de montagem em São Paulo, situada nas imediações de Santos. Nos próximos meses estaremos duplicando nossas instalações e gostaria de saber como poderia classificar o ambiente quanto a corrosividade. Estamos também selecionando as tintas de proteção das instalações. Assim sendo gostaria de saber como obter a melhor impermeabilidade com o objetivo de proteger as instalações contra a corrosão das peças metálicas e do concreto.

### RESPOSTA

Podemos classificar o ambiente atmosférico em quatro categorias — marítima, industrial, urbana e rural — naturalmente associadas aos contaminantes aéreos que contribuem para o efeito da corrosividade. No ambiente marinho, caracterizado pela proximidade do mar, a impregnação do ar pela maresia produz sérios processos de corrosão galvânica, promovendo a deterioração acelerada dos revestimentos de proteção. O principal culpado, num ambiente industrial, associado a um monte de indústrias produzindo poluentes, são os óxidos de enxofre ( $SO_x$ , como o  $SO_2$  e  $SO_3$ ), pequenas quantidades de óxidos de nitrogênio ( $NO_x$ , como o  $NO_2$ ), amônia e seus sais ( $NH_3$ ,  $NH_4^+$ ) e sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ). Só para complementar, teríamos, no ambiente urbano, a presença principal da linha de contaminantes caracterizada pelas espécies  $NO_x$ , derivada da fumaça do escape dos carros, possivelmente também a especial  $SO_x$ . No ambiente rural não há uma caracterização específica. Uma série de outros fatores devem, também, serem considerados já que contribuem notavelmente em todos os processos de corrosão. A frequência das chuvas e o seu pH, assim

### CLASSIFICAÇÃO DA CORROSÃO

como a direção dos ventos, a umidade relativa e o ponto de orvalho. Além destes fatores somar-se-ão a radiação da luz ultravioleta e solar, a temperatura das superfícies e a massa térmica, as quais afetam a condensação e evaporação da umidade absorvida. Na prática, estes fatores não operam como entidades isoladas e sim em complexas interações.

#### Atividades do Cl<sup>-</sup> e SO<sub>x</sub> para vários ambientes

	mg Cl <sup>-</sup> / m <sup>2</sup> / dia	mg SO <sub>x</sub> / m <sup>2</sup> / dia
Marinho	25/150	0-50
Industrial	—	50-200
Urbano	—	50-400
Rural	—	0-200

Referência: Metals Handbook

Por outro lado, é preciso entender que a corrosão é um processo eletroquímico, formado pela reação de oxidação/redução entre dois metais diferentes, mas eletricamente contínuos, ou numa mesma região do metal tendo pequenas diferenças em seus potenciais eletroquímicos, além do eletrólito que os interliga. O metal ou região menos estável (que tem o potencial eletroquímico mais ativo) oxidará e formará o anodo da pilha eletroquímica, dissolvendo-se em contato com o eletrólito. À medida que o metal se dissolve, libera elétrons que migram para a região mais estável, o catodo, devido a contigüidade da ligação do metal. A película da tinta, uma vez seca, e não contendo pigmentos metálicos, possui uma alta resistência elétrica. No entanto, uma vez molhada ou imersa, ocorrerá uma condução eletrolítica através da dissociação iônica do material dentro da película ou após o ingresso do eletrólito iônico

dentro da película. Acontece que a absorção d'água é um pré-requisito para a absorção iônica, sendo de aceitação geral que os íons emigrantes adotam os mesmos caminhos difusivos estabelecidos pelo ingresso e transporte da água. Estudos comprovam que sais como o cloreto de sódio movem-se através da película de tinta a partir de soluções aquosas dissociadas na forma de íons, situadas do lado de fora. Da mesma forma identificou-se uma relação linear entre a permeabilidade iônica da resina e a condutividade eletrolítica da película. Torna-se, portanto, muito importante considerar esta relação quando se deseja fazer uma proteção por barreira, já que o controle da corrosão é normalmente dependente da alta resistência elétrica (eletrolítica) da película da tinta ou revestimento. Se o filme adere bem e oferece forte resistência ao transporte iônico, a passagem externa da corrente de corrosão entre as regiões anódicas e catódicas é interrompida acima, através e abaixo da película, impedindo a corrosão. A melhor proteção por barreira, formada por tintas e revestimentos, tem alta resistência elétrica (maior do que  $10^8$  ohms/cm<sup>2</sup>). Quando há resistências inferiores a  $10^8$  ohms/cm<sup>2</sup> quase sempre ocorre corrosão. Todas as películas de tinta são, virtualmente, permeáveis à água. Logo, torna-se importante considerar todas as etapas da pintura como um jogo em que apenas uma estrela (uma excelente tinta) não é condição suficiente para a vitória. Sugerimos consultar as edições de nºs 6, 7, 9, 15, 19 e 22 da RECUPERAR.

Perguntas para a seção MEU PROBLEMA através do fax (21) 493-5553, pelo e-mail: [thomastec@easyline.com.br](mailto:thomastec@easyline.com.br) ou pela internet: [www.recuperar.com.br](http://www.recuperar.com.br) informando o endereço

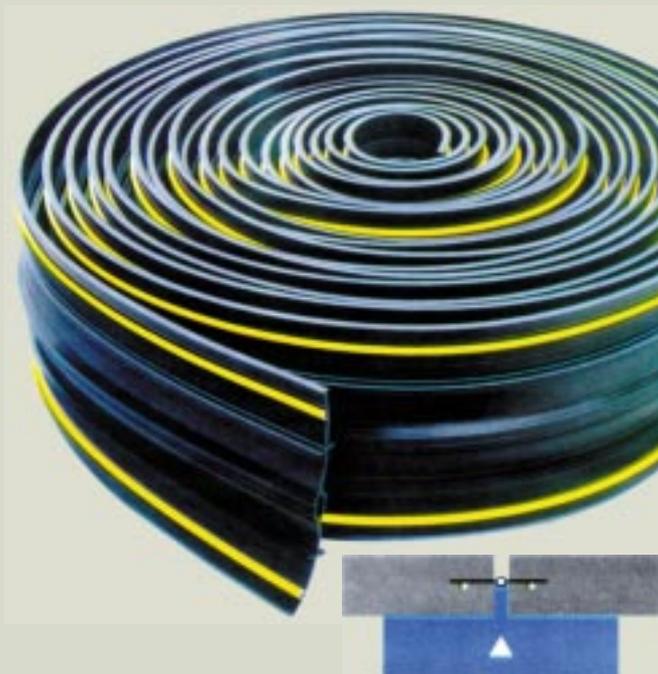
# Vitrine de Produtos

## CAIXOTE DE FERRAMENTAS



Este caixote de ferramentas da KNACK é todo em estrutura de aço soldada com acabamento em esmalte curado em estufa. O modelo 61 é um dos mais resistentes do mercado. Possui duas alças de cada lado e duas bases antiderrapantes, constituindo-se em acessório de extrema valia para guardar pequenos (e caros) equipamentos. Dispomos de outros tamanhos. **Fax consulta nº 423.**

## UMA JUNTA MODERNA E INTELIGENTE



A INJECTBAND substitui todas aquelas juntas antigas "parecidas". Apresenta dupla segurança devido aos tubos injetores em suas extremidades, eliminando freqüentes vazamentos devido a segregação do concreto, no encontro com a junta, durante a fase de concretagem. A injeção é opcional, ficando finos tubos à espera, no caso de vazamentos. **Fax consulta nº 424.**

## OS MELHORES MEDIDORES DE ADESÃO PARA O SEU PISO

### MEDIDOR MECÂNICO DE ADESÃO



- Testa a adesão segundo o padrão industrial.
  - Possui escalas de avaliação de 0,05 a 22MPa.
  - Mostra os valores de adesão de sua película.
  - Seu padrão obedece a ISO 4624 e ASTM D4541.
- Fax consulta nº 425.**

### MEDIDOR HIDRÁULICO DE ADESÃO



- É totalmente portátil, não exigindo qualquer ligação.
  - Pode ser destrutivo ou não.
  - Sua escala varia de 0 a 18MPa.
  - Obedece aos padrões da ISO 4624 e ASTM D4541.
- Fax consulta nº 426.**



# THOMASTEC

Editora de Tecnologia Aplicada Ltda.  
Rua Prof. Milward, 10 - B. Tijuca  
Rio de Janeiro/RJ - Brasil - CEP 22611-070

WEBSITE: <http://www.recuperar.com.br>  
E-Mail: [thomastec@EasyLine.com.br](mailto:thomastec@EasyLine.com.br)

**ENGº JOAQUIM RODRIGUES**  
Diretor Editorial

**PROF. DR. IBRAHIM SHEHATA**  
Conselho Técnico - Coordenador

Conselheiros

**PROFª. DRA. REGINA HELENA FERREIRA DE SOUZA**

**PROF. PAULO JORGE SARKIS**

**PROF. DR. JOÃO CARLOS TEATINI DE S. CLIMACO**

**ENGº JOSÉ ZAMARION FERREIRA DINIZ**

**PROF. DR. A. CARLOS VASCONCELOS**

**PROF. PAULO HELENE**

**PROF. DR. RONALDO B. GOMES**

**MARCELO ANTONY SILVA**  
Publicidade - Tel.: (21) 493-4702

**MARIANA TATI**  
Assinatura, Livros e Vídeos - Tel.: (21) 493-6862

**PATRÍCIA TINOCO**  
Fax consulta - Fax: (21) 493-5553

**ALEX CRISPIM DA COSTA FORTUNATO**  
Editor de Arte

**FOTOLITO - PROSPEC**

“RECUPERAR” é uma revista da Thomastec Editora de Tecnologia Aplicada, com publicação bimestral. A assinatura anual custa R\$ 70,00 e a bienal R\$ 130,00. Na América Latina e Portugal a assinatura anual custa US\$ 50,00 e a bienal US\$ 90,00. “RECUPERAR” não aceita publicidade redacional.

**EPT** EPT - ENGENHARIA  
E PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS S/A

## Recuperação de Estruturas

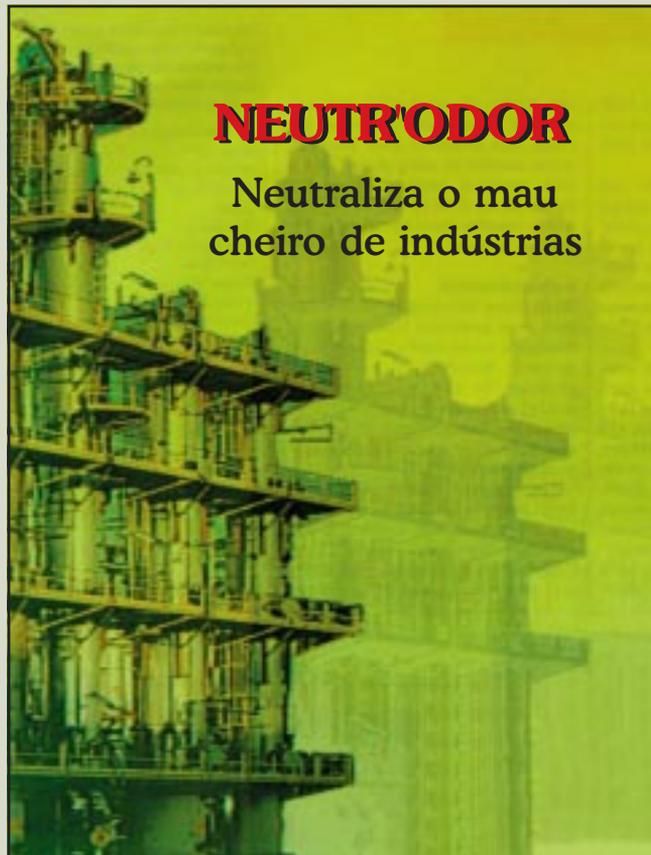
- ✓ Reforço Estrutural
- ✓ Fibra de Carbono
- ✓ Concreto Projetado
- ✓ Impermeabilização

## Laboratórios de Ensaios

- ✓ Concreto, Aço e Materiais para Construção
- ✓ Solos e Pavimentação



São Paulo - R. Catão, 523 - Lapa - Fone: (011) 3873-3399  
Porto Alegre - R. Marcelo Gama, 41 - Fone: (051) 342-7766  
E-mail: [ept@ept.com.br](mailto:ept@ept.com.br) - Home Page: <http://www.ept.com.br>



## NEUTR'ODOR

Neutraliza o mau cheiro de indústrias

O neutralizador de odores NEUTR'ODOR recupera quimicamente gases nocivos, transformando-os em gases totalmente sem cheiro. A fórmula do NEUTR'ODOR utiliza ingredientes orgânicos biodegradáveis, absolutamente não corrosivos e seguros para o meio ambiente.

Projetado com o objetivo de desodorizar simultaneamente uma grande quantidade de gases ácidos ou alcalinos, as diversas fórmulas de NEUTR'ODOR dissolvem e neutralizam gases, através de reações químicas inversas e de absorção. As fórmulas do NEUTR'ODOR são especialmente adequadas para neutralizar odores de refinarias, estações de tratamento de esgotos e de lixo, indústrias de processamento químico, etc. Faça um teste rápido em seu laboratório (poucos minutos) e você saberá porque NEUTR'ODOR é a melhor resposta à presença daquele cheiro que compromete seu negócio. NEUTR'ODOR é a única alternativa para o uso de agentes que mascaram odores.

Fax consulta n° 355

**Peça hoje mesmo informações.**



## NEUTR'ODOR

O controle total do odor



# Dicas de como fazer uma boa pintura

Entenda a importância da espessura do filme a ser aplicado e a cobertura desejada.

### Carlos Alberto Monge

Você tem que fazer uma pintura de proteção, fundamental para a durabilidade da estrutura. Então aparecem aquelas questões chatas: Qual a quantidade de tinta que você vai gastar? A resposta a esta pergunta implica na execução de alguns números e cálculos necessários à obtenção da espessura do filme fresco, espessura do filme seco, sólidos por volume e cobertura teórica. São as quatro respostas que você necessita para qualquer trabalho sério de proteção por barreira, utilizando tintas específicas, e claro, de boa qualidade. Não é difícil. Acompanhe a seguir a resolução de cada uma destas questões.

#### Sólidos por volume

Todas as tintas têm sólidos que formam o filme que revestirá a superfície, quando o material aplicado secar ou curar. O teor de sólidos pode ser dado em peso ou volume. O fabricante da tinta precisa conhecer o teor de sólidos por peso da tinta a ser formulado para desenvolvê-la e saber se a tinta foi bem feita. A empresa que irá aplicar a tinta precisa saber o teor de sólidos por volume para calcular a espessura de filme seco e a área de cobertura. Sólidos por volume são normalmente dados em porcentagem do volume total da tinta. Vamos dar um exemplo. Suponha que você tem um litro de tinta e a quantidade de sólidos por volume é 75%. Isso significa que 25% de sua tinta vai evaporar ou, simplesmente, aquilo que você comprou não vai ficar com você. Em outros números, significa que após a aplicação você só vai ficar com 750ml da tinta comprada. É uma questão muito séria porque os fabricantes das tintas não costumam infor-



A pintura tem ciência.  
Entenda como trabalhar  
com bons materiais.

# Por que usar esta proteção...



*...se o que está dentro está contaminado e “infectado” com corrosão.*



Encamisamentos com polímeros ou com jaqueta metálica é extremamente perigoso.

Queremos dizer que encamisar estacas de pontes marítimas ou piers com processo ativo de corrosão é prejuízo na certa, já que todo o processo de corrosão passará para as novas armaduras do encamisamento, ao mesmo tempo em que cada vez mais adentra para o miolo das estacas, comprometendo-as. Encamisar é condenar a estaca. Não recupere apenas os efeitos da corrosão, vá de encontro à causa, instalando a JAQUETA G. Proteção catódica com anodo de sacrifício com pelo menos 25 anos de garantia.



**Peça hoje mesmo informações.**

**Fax consulta nº 307**





A utilização de airless aumenta muito a produção acarretando, no entanto, perdas maiores.

mar este número. Porque? Pense um pouco. Continuando com o raciocínio, você aplicou então aquele litro de tinta e formou uma bela película de 100 micrômetros de espessura que denominamos espessura de filme fresco (EFF). Após algumas horas, a tinta secou e aí, se você medir, terá uma espessura de filme seco (EFS) de apenas 75 micrômetros. Logo, se você necessita de maior proteção ou maior EFS, haverá necessidade de mais demãos.

Existe uma fórmula simples que poderá ser aplicada para a obtenção da EFS desejada:

$$\text{EFS} = \text{EFM} \times \text{SÓLIDOS POR VOLUME}$$

Tabela 1: Teor de sólidos após diluição

Teor de sólidos original, antes da adição do solvente	Solvente adicionado										
	2%	5%	7%	10%	12%	15%	17%	20%	25%	30%	35%
100%	98	95	93	91	89	87	85	83	80	77	74
95%	93	90	89	86	85	83	81	79	76	73	70
90%	88	86	84	82	80	78	77	75	72	69	67
85%	83	81	79	77	76	74	73	71	68	65	63
80%	78	76	75	73	71	70	68	67	64	62	59
75%	74	71	70	68	67	65	64	63	60	58	56
70%	69	67	65	64	63	61	60	59	56	54	52
65%	64	62	61	59	58	57	56	54	52	50	48
60%	59	57	56	55	54	52	51	50	48	46	44
55%	54	52	51	50	49	48	47	46	44	42	41
50%	49	48	47	46	45	44	43	42	40	39	37
45%	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	33
40%	39	38	37	36	36	35	34	33	32	31	30
35%	34	33	32	31	31	30	30	29	28	27	26
30%	29	29	28	27	27	26	26	25	24	23	22
25%	24	24	23	23	22	22	21	21	20	19	19

Utilizando o exemplo anterior, multiplicaremos a EFF (100µm) pelos sólidos por volume (75% ou 0,75) para obter a EFS (75µm). A medição da EFF é facilmente feita com os medidores em forma de lâminas.

É claro que se você adicionar qualquer tipo de solvente, seja água ou algum sintético específico, o valor "sólido por volume" irá diminuir. A fórmula para determinar o teor de sólidos da tinta, após a sua diluição, é muito mais complicada do que aquela acima. Assim, por questões de conveniência, usa-se diretamente a tabela 1 que já resume toda a trabalhadeira de cálculo.

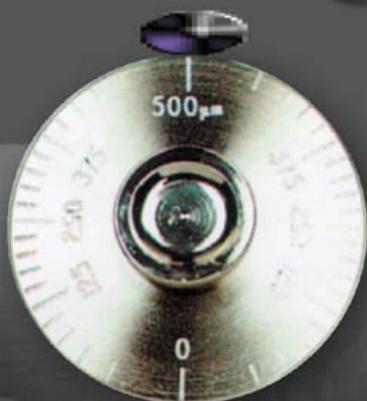
Para exercitarmos, vamos aceitar que você comprou uma tinta com 75% de sólidos e

deseja diluí-la 10%. Para saber seu novo teor de sólidos, basta encontrar, na coluna da esquerda, a linha referente ao teor de 75% cruzando com a coluna de 10% de solvente adicionado. O valor encontrado é 68%, que corresponde ao novo teor de sólidos da tinta, agora modificada pela adição dos 10% de solvente.

### A espessura de película seca (EFS)

Agora que você diluiu a tinta, passando a ter um teor de sólidos de 68%, poderá determinar a espessura de aplicação, isto é, a espessura da película fresca (EPF) que deverá

## Medidores de Espessura de Filme Fresco



UMA BOA TINTA E O CONTROLE DA PELÍCULA APLICADA SÃO A MELHOR MANEIRA DE SE EVITAR PROBLEMAS EM PINTURAS E REVESTIMENTOS.

METER X



Fax consulta nº 427

Tabela 2: As exigências para as espessuras de filme fresco (EFF)

Teor de sólidos após diluição	Espessura de filme seco (EFS) (micrômetros)															
	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
100%	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
95%	53	80	105	132	158	184	211	237	263	290	342	352	368	395	421	447
90%	56	83	111	139	167	194	222	250	278	306	361	361	389	417	444	472
85%	59	88	118	147	177	206	235	265	294	324	382	382	412	441	471	500
80%	63	94	125	156	188	219	250	281	313	344	406	406	438	469	500	531
75%	67	100	133	167	200	233	267	300	333	367	433	433	467	500	533	567
70%	71	107	143	179	214	250	286	321	357	393	464	464	500	536	571	607
65%	77	115	154	192	231	269	308	346	385	423	462	500	539	577	615	654
60%	83	125	167	208	250	292	333	375	417	458						
55%	91	136	182	227	273	318	364	409	455							
50%	100	150	200	250	300	350	400	450								
45%	111	167	222	278	333	389	444									
40%	125	188	250	313	375	438										
35%	143	214	286	357	429											
30%	167	250	333	417												
25%	200	300	400													

executar para ter a espessura de película seca (EPS) especificada pelo projetista ou pela norma específica. Lembramos ainda que as especificações de espessura de película são todas baseadas na EPS. Logo, com base na fórmula anteriormente mencionada ( $EPS = EPF \times \text{sólidos por volume}$ ), você terá, **nabela 2**, a EPF, isto é, a espessura do filme que você realmente deverá aplicar para que, após a secagem da película, você tenha a EPS, que é o que importa. Fácil, não? Na tabela 2 você notou que não existe o valor de 68%. Logo, poderá arredondar para o valor mais próximo que é 70%. Se existir uma especificação, para a tinta que você irá aplicar, exigindo uma EPS de 400 micrômetros, olhando na **tabela 2**, encontrará 571 micrômetros. Resumindo, você terá que aplicar 571µm de EPF para ter a EPS especificada de 400µm.



Estruturas de concreto e metálicas necessitam o máximo de proteção. É preciso, pois, conhecer perfeitamente o que se está aplicando.

Tabela 3: Cobertura teórica em m² por litro

Teor de sólidos em volume	Espessura de filme seco (EPS) necessária por demão (micrômetros)															
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400
100%	40	20	13,3	10	8	6,7	5,7	5	4,4	4	3,6	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5
95%	38	19	12,6	9,5	7,6	6,4	5,4	4,8	4,2	3,8	3,4	3,1	3	2,8	2,6	2,4
90%	36	18	12	9	7,2	6,1	5,1	4,5	4	3,6	3,2	3	2,8	2,6	2,4	2,3
85%	34	17	11,3	8,5	6,8	5,7	4,9	4,3	3,7	3,4	3,1	2,8	2,6	2,5	2,3	2,1
80%	32	16	10,6	8	6,4	5,4	4,6	4	3,5	3,2	2,9	2,6	2,5	2,3	2,2	2
75%	30	15	10	7,5	6	5	4,3	3,8	3,3	3	2,7	2,5	2,3	2,2	2	1,9
70%	28	14	9,3	7	5,6	4,7	4	3,5	3,1	2,8	2,5	2,3	2,2	2	1,9	1,8
65%	26	13	8,7	6,5	5,2	4,4	3,7	3,3	2,9	2,6	2,3	2,2	2	1,9	1,8	1,6
60%	24	12	8	6	4,8	4	3,4	3	2,6	2,4	2,2	2	1,9	1,7	1,6	1,5
55%	22	11	7,3	5,5	4,4	3,7	3,1	2,8	2,4	2,2	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
50%	20	10	6,7	5	4	3,4	2,9	2,5	2,2	2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
45%	18	9	6	4,5	3,6	3	2,6	2,3	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
40%	16	8	5,3	4	3,2	2,7	2,3	2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,2	1,08	1
35%	14	7	4,7	3,5	2,8	2,3	2	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	0,95	0,9
30%	12	6	4	3	2,4	2	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1	0,9	0,9	0,81	0,8
25%	10	5	3,3	2,5	2	1,7	1,4	1,3	1,1	1	0,9	0,8	0,78	0,7	0,68	0,6

## A cobertura

Agora, conhecendo os sólidos por volume da tinta e a EPS desejada ou especificada, poderá estimar, com alguma precisão, quanta tinta você irá precisar. Para tanto, bastará usar a **tabela 3**. Pegando o exemplo anterior, em que os sólidos por volume, após a diluição, são 68% e a EPS especificada é de 400µm, obterá na **tabela 3** que 1 litro desta tinta deverá cobrir 1,8m<sup>2</sup> da sua estrutura. É preciso entender que a **tabela 3** informa números correspondentes a uma área teórica coberta, isto é, um litro da tinta cobrirá 1,8m<sup>2</sup>, caso se utilize todo o conteúdo do balde, não podendo haver perda no rolo, trincha ou na mangueira da bomba airless, muito menos respingos e aplicando uma película

absolutamente lisa. Convenhamos, não é uma situação realista. Para obter então uma cobertura real deverá incluir no cálculo o chamado "fator de perda" que, dependendo das condições poderá ser pequeno, da ordem de 5%, ou grande, em torno de 50%, ou até maior. Uma perda considerada normal fica situada entre 15 e 20%. Pegando os valores do exemplo anterior, isto é, 1,8m<sup>2</sup> e considerando uma perda de 20% multiplicará 1,8m<sup>2</sup> por 0,20, subtraindo o resultado (0,36m<sup>2</sup>) de 1,8m<sup>2</sup>. A área real a ser coberta será de 1,44m<sup>2</sup>, correspondendo a uma taxa de cobertura real de 1,44m<sup>2</sup> por litro de tinta. Quantos litros de tinta serão necessários para cobrir uma determinada superfície? A resposta será medindo a área desta superfície e dividindo-a pela taxa de cobertura real.

Por exemplo, se a área da superfície a ser pintada é de 800m<sup>2</sup> e a taxa de cobertura é de 1,44m<sup>2</sup> por litro, haverá necessidade de 556 litros de tinta. Neste exemplo admitimos um fator de perda de 20% para calcular a cobertura real. O fator de perda é muito importante para estimar a quantidade de tinta

*Continua.*

ONLINE  
**RECUPERAR**

[www.recuperar.com.br](http://www.recuperar.com.br)

Agora, em um clicar de mouse você terá acesso a tudo o que há de mais moderno em patologia da construção civil e industrial, além da sua revista on line.

### ESP PISOS INDUSTRIAIS



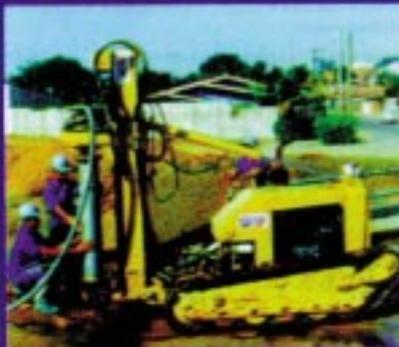
- Linha Epóxi
- Autonivelantes
- Argamassas e Pinturas
- Revestimentos AntiCorrosivos
- 1.000.000 m<sup>2</sup> nos mais diversos setores



**Fone/Fax: (019) 872-1162**  
ROD. SP 332 KM 147 - CH. JURUBATUBA COSMÓPOLIS  
[www.esp-pisos.com.br](http://www.esp-pisos.com.br)

### SONDOSOLO

GEOTECNIA E ENGENHARIA LTDA.



- Sondagem a Percussão e Rotativa
- Ensaios Geotécnicos
- Ecologia e Meio Ambiente
- Cortinas Atirantadas e Injeções
- Estacas "Raiz"
- Estacas Tipo "Franki"
- Estacas Pré Moldadas
- Trilhos e Perfis Metálicos
- Estacas Escavadas e Tubulões

**FONE: (019) 254.6644**  
Rua Mogi das Cruzes, 255 - Fax: (019) 254.7391 - Campinas - SP

## Na Bahia, procure a

# CTL

Recuperações e Reforços Estruturais  
Pinturas Especiais • Impermeabilizações

Tel.: (71) 362-7370 • Telefax: (71) 362-6447  
e-mail: [fbola@e-net.com.br](mailto:fbola@e-net.com.br)

necessária para o serviço. Pode-se afirmar que usando rolo ou trincha, normalmente haverá uma perda muito pequena. Ao passo que com a aplicação de spray (com airless) haverá um fator de perda variável entre 15 e 20%, principalmente da tinta que rebata da superfície (rebound). De um modo geral, quanto mais difícil a pintura, como aquelas estruturas metálicas à base de perfis, maior a perda. Nas estruturas metálicas limpas com jato abrasivo, gasta-se mais primer devido à superfície adicional criada pelas reentrâncias e protuberâncias feitas pelo jato.

### Conclusão

Tintas caras, clientes exigentes, garantias a serem cumpridas, ausência de informações

sobre as características de tintas, mão de obra pouco qualificada, ausência de garantia por parte de determinados fabricantes de tintas, tudo isso deverá ser revisto ao se fazer uma pintura de proteção. Se você conhecer o teor de sólidos da tinta que vai usar e houver uma EFS para o serviço, mais do que nunca deverá seguir as orientações aqui expostas.

### Fax consulta nº 428

Para ter mais informações sobre Pinturas.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

### REFERÊNCIAS

- Carlos Alberto Monge é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.

"Você sabe identificar os protetores penetrantes."

Não perca

**RECUPERAR**  
nº 36



**Engenharia de Fundações e Recuperações**

- PAREDES-DIAFRAGMA [MOLDADAS "IN LOCO" / PRÉ-MOLDADAS]
- ESTACAS ESCAVADAS - BARRETES
- ESTACAS HÉLICE CONTÍNUA MONITORADAS
- ESTACAS TIPO "FRANKI"
- ESTACAS-RAÍZ
- TIRANTES
- RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Rodovia SP-274, Engenheiro René Benedito da Silva, 2.353  
CEP 06683-000 - Itapevi - SP

**PABX: (011) 426-4055 - Fax: (011) 426-5281**



**Geotécnica**

Rebaixamento de Lençol Freático  
Tirantes  
Chumbadores  
Enfilagens  
Jet Grouting  
Injeções de Cimento  
Drenos Sub-horizontais  
Sondagens  
Controle Tec. de Solos e Pavimentos  
Estacas Tipo Franki  
Estacas Tipo Raiz  
Microestacas  
Concreto Projetado

R. Bogert, 356 (011) 6969-1919  
06398-000 - Itapetininga - SP



**ENGENHARIA DE DEMOLIÇÃO**  
**IMPLOSÕES**

**CDI**  
FUNDADA EM 1980

Tradição e Hegemonia na Técnica de Implosão de Edifícios e Estruturas Especiais

Implosão do Palace II - RJ  
Implosão do Edifício CESP - SP  
Implosão do Presídio de Ilha Grande - RJ

Demolição de áreas Industriais  
Desmontagem Industrial e Implosão de Fornos  
Desmonte de Rocha e Quebra de Concreto  
Demolição Controlada

Tels: (011) 3104.0557 / 3104.1043 - Telefax: (011) 3104.1557  
Filial - São José dos Campos: (012) 342.6508  
Filial - Resende: (024) 354.6816



**brasfond**  
fundações especiais s.a.

- PAREDES DIAFRAGMA [MOLDADA "IN LOCO" / PRÉ-MOLDADA]
- ESTACAS ESCAVADAS E BARRETES
- ESTACAS HÉLICE CONTÍNUA \* COM MONITORAÇÃO
- ESTACAS RAIZ (PALO-RADICE)
- TIRANTES E CORTINAS ATIRANTADAS
- TRATAMENTO DE TÚNEIS
- ENFILAGENS
- JET-GROUTING (CCP - JSG E JG3)
- DRENOS FIBROQUÍMICOS

R. JACQUES FELIX, 223  
CEP 04509-000 - SP  
FAX: 822-4232 (011) 822-4388

2º ANO

3º ANO

# CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE

Indústrias de  
processamento químico

Estruturas  
offshore

**PASTILHA** Z

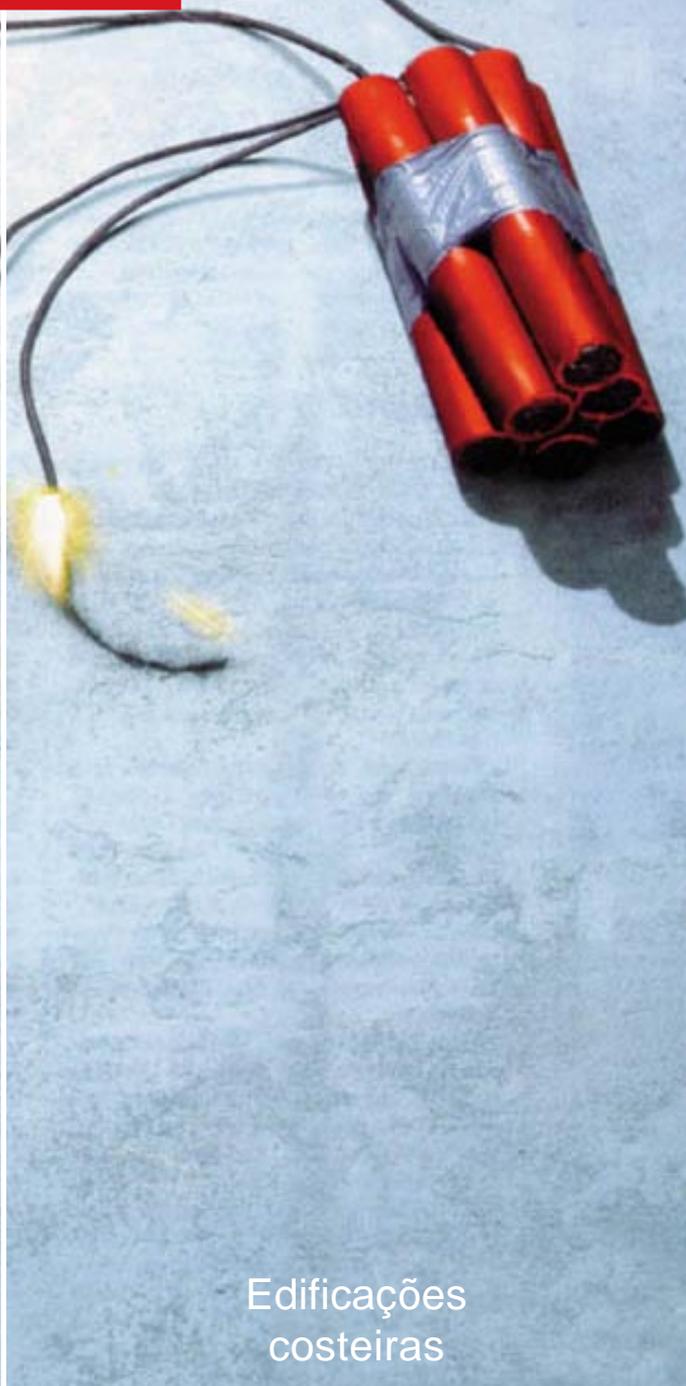
4º ANO

5º ANO

## E CONCRETO ARMADO



Pontes e viadutos



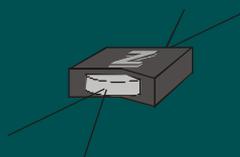
Edificações costeiras

**Disponível em 3 tamanhos. Um deles adequado à sua obra.**

Fax consulta n° 400

Sua única garantia (viável) contra o não surgimento de corrosão no concreto armado e no concreto protendido.

Aplicável em obras novas ou em serviços de recuperação estrutural





## O ataque químico em estruturas marítimas submersas.

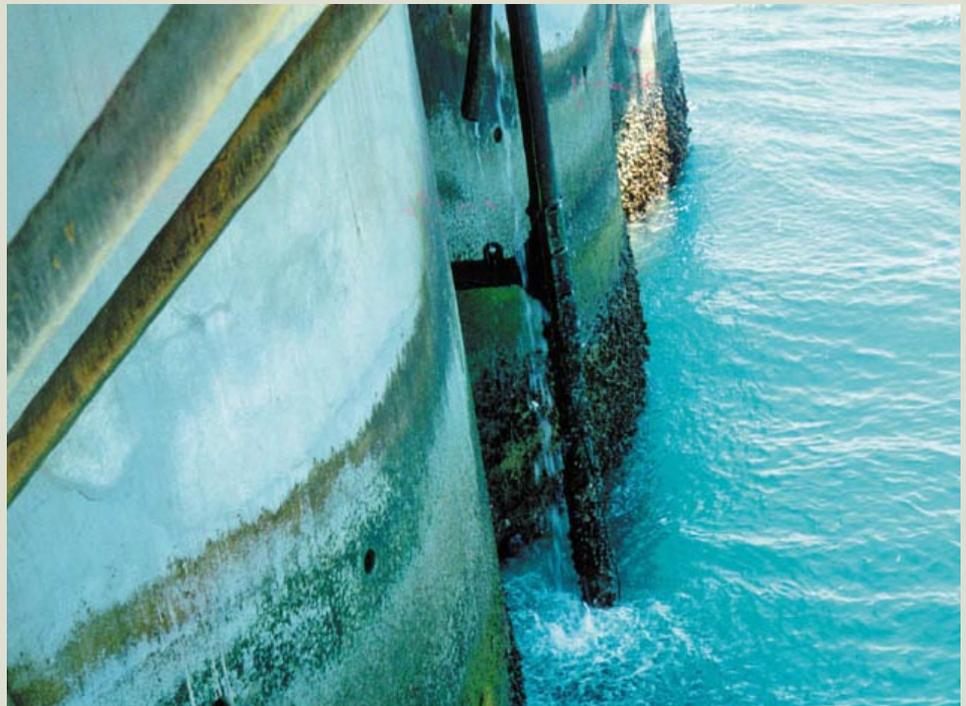
O porquê da vulnerabilidade do concreto armado em ambiente tão hostil.

**Joaquim Rodrigues**

Estruturas de concreto armado submersas no mar ficam vulneráveis a reações químicas entre a água salgada e os produtos de hidratação do cimento, resultando na perda da seção das peças e, conseqüentemente, na diminuição de sua resistência. Adicionalmente, ter-se-á também a deterioração das peças devido a impactos e a abrasão devido às correntes marítimas. Para proseguirmos precisamos analisar o cimento portland após a sua hidratação.

### Como é o cimento portland hidratado

Os principais produtos da hidratação do cimento portland o  $C_2S$  (silicato dicálcico) e o  $C_3S$  (silicato tricálcico), uma vez saturados com água salgada podem entrar em decomposição e desintegração, devido à presença de substâncias como o  $CO_2$ ,  $MgCl_2$  e o  $MgSO_4$  existentes naquele líquido, ocorrendo como produto da reação duas formas de hidratos cristalinos, o hidróxido de cálcio  $Ca(OH_2)$  e o hidrato disilicato tricálcico,  $3CaO.2SiO_2.3H_2O$  (ou  $C_3S_2H_3$ ).



Estrutura de concreto armado de uma plataforma de extração de petróleo na zona de variação da maré. Esta região costuma ser a mais atingida pelo ataque químico desenvolvido pela água do mar.

Oceano Atlântico	
Teor de cloretos na água do mar (ppm)	20.000
Salinidade total (ppm)	35.537
Concentração de sais solúveis (g por 100cm <sup>3</sup> )	
Sódio	1110
Potássio	0,040
Cálcio	0,043
Magnésio	0,121
Cloretos	2.000
Sulfatos	0,218
Total	3.537

A hidratação, na presença de gesso, do aluminato tricálcico ( $C_3A$ ) do cimento portland, produz o hidrato monossulfato cristalino ( $3CaO.Al_2O_3.CaSO_4.18H_2O$ ), responsável pela expansão reativa que envolve a formação da etringita quando a pasta de cimento portland endurecida entra em contato com águas ricas em sulfatos. Logicamente, o hidrato monossulfato não está presente nos produtos de hidratação dos cimentos resistentes a sulfatos, devido ao baixo teor de menos de 3,5% de  $C_3A$ , permitido nestes cimentos. Cimentos comuns contendo mais de 10%, em peso de  $C_3A$  ficam tre-

mendamente vulneráveis ao ataque dos sulfatos.

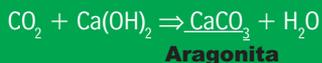
### O dióxido de carbono ( $CO_2$ )

O pH da água do mar está em torno de 8, contendo pequenas quantidades de  $CO_2$  dissolvido devido ao contato com o ar atmosférico. Quase que invariavelmente, nossas águas costeiras contêm matéria orgânica em decomposição, aumentando substancialmente a concentração do  $CO_2$ , tornando a água ácida com valores de pH em torno de 7 ou menores. Nestas condições, ocorrem reações de carbonatação com todos os produ-



Concreto dentro de um aquário de água salgada. Testes sendo executados.

tos que formam a matriz cimentícia, podendo conduzir à desintegração da pasta aglomerante. Aproveitando o gancho, podemos citar aqui as reações de carbonatação que ocorrem nas estruturas submersas em águas freáticas ou do subsolo que contenham alta concentração de  $\text{CO}_2$  e baixo pH. As reações de carbonatação conduzem à formação da aragonita, segundo a fórmula:



Com grandes quantidades de  $\text{CO}_2$ , a água do mar poderá converter a aragonita em hidrogencarbonato de cálcio e gesso, absolutamente solúveis e passíveis de serem lixiviados pela água, ocasionando a perda de

material, com formação de grandes buracos, perda de resistência, etc.

### O ataque dos sais de magnésio

Na água do mar, o teor padrão de  $\text{MgCl}_2$  está em torno de 3.200 ppm, o que é mais do que suficiente para desintegrar os hidratos do cimento portland, devido ao ataque do íon  $\text{Mg}^{2+}$ , com produção da brucita ( $\text{Mg(OH)}_2$ ) e  $\text{CaCl}_2$ . Este último lixiviado pela água.

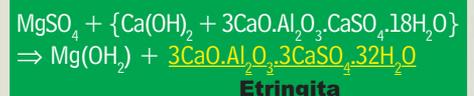
### O ataque dos sulfatos

Não é incomum termos ataque por sulfatos, ocasionado pela água do mar e por águas freáticas, promovendo a desintegração de pastas e de concretos de cimento portland.

Os íons sulfatos existentes na água do mar reagem com os hidratos do cimento portland, ocasionando a desintegração da pasta ou do concreto, segundo a reação:



A alta concentração de  $\text{NaCl}$  na água do mar aumenta a solubilidade do gesso, do  $\text{Ca(OH)}_2$  e do  $\text{Mg(OH)}_2$ , impedindo a rápida cristalização dessas substâncias, resultando num processo de lixiviação, tornando a matriz (pastas) dos concretos deficientes de resistência ou mesmo com sintomas de desintegração.



- **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.**



**Grupo falcão bauer**

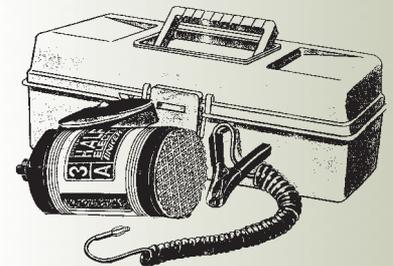
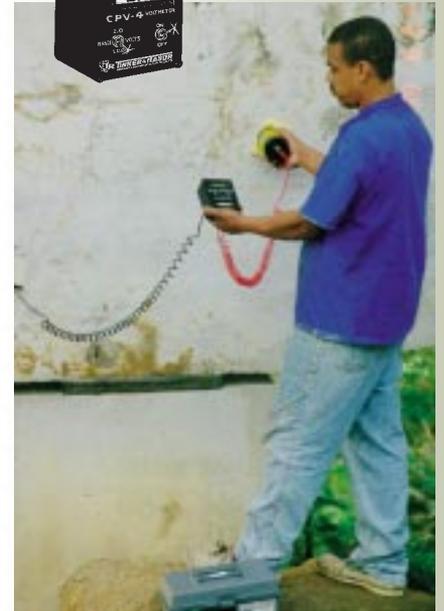
Rua Aquinos, 111 - São Paulo - CEP 05036-070

phones: (11) 861-0833 / 861-0677 - fax: (11) 861-0170

internet: <http://www.falcaobauer.com.br> • e-mail: [bauer@falcaobauer.com.br](mailto:bauer@falcaobauer.com.br)

CRENCIADO: INMETRO E IBQN

# Semi-Pilha CPV4



Para medir os potenciais de corrosão no concreto armado, agora se dispõe do novo conjunto semi-pilha **CPV-4** com voltímetro digital.

A semi-pilha **CPV-4** é um revolucionário instrumento que mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar ou monitorar, de tempos em tempos, possíveis estados de corrosão e a sua evolução, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão.

Fax consulta nº 351

 **TINKER & RASOR**

Situação esquemática de ruína de um corpo de prova cilíndrico exposto ao  $MgSO_4$ .

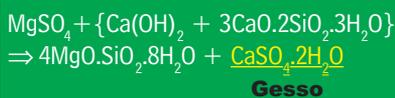
O miolo da matriz (pasta) apresenta-se descalcificada

Formação de gesso e/ou brucita

Hidratos de silicato de magnésio com ferrita.

O ataque do  $MgSO_4$

Formação de brucita



A formação da etringita pode causar a expansão e a formação de fissuras, principalmente quando a pasta ou o concreto estiverem confinados em solos com sulfatos. No ambiente submerso marinho é diferente. Devido à solubilidade da água do mar, ocor-

rerá a lixiviação da etringita, assim como do gesso, a partir da massa do concreto. Uma outra diferença em relação àquele ataque de sulfatos provocado pelo solo é a presença do sulfato de magnésio na água do mar, que destrói a estrutura da pasta, detonando o hidrato disilicato tricálcico do cimento. Logo, o quadro patológico do ataque de sulfatos provocado pela água do mar é a surgência de uma superfície, seja da pas-

*Continua. na pág. 32*

**OCEANIC**  
Serviços Submarinos



- Inspeção em Estruturas Submersas.
- Medição de Espessura por Ultra-Som.
- Ensaios Não Destrutivos / Medição de Potencial Eletroquímico.
- Inspeção por Partículas Magnéticas.
- Registros Fotográficos.
- Levantamentos Topo-batimétricos.
- Aplicação de massa epóxi / Injeção de Grout e Resinas.
- Concretagens Submersas.

Rua Calubi, 324/14 - Perdizes - 05010-000 - São Paulo/SP  
Fones: (11) 931-5164 e 864-0094 • Fax: (11) 262-5411

# CEVA DECK 300

Impermeabilidade e durabilidade exige flexibilidade contínua.

Nada de mantas asfálticas,  
recobrimentos e tempo perdido.



reservatórios e estádios exigem CEVA DECK 300.

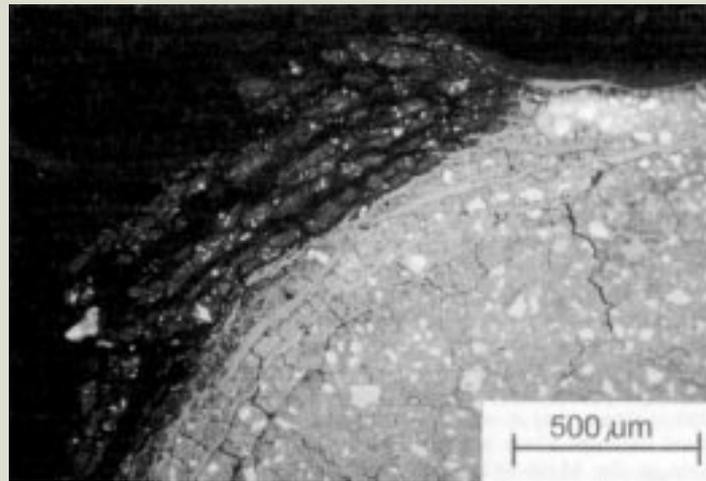
Exija epóxis flexíveis.  
Exija CEVA DECK 300.

No mundo inteiro, hoje, utilizam-se membranas epóxicas flexíveis para impermeabilização, com excelente resistência ao tráfego de carros e pessoas, além de grande resistência química. Ideal para ambientes industriais. CEVA DECK 300 é uma membrana epóxica flexível, extremamente resistente, normalmente utilizada em pavimentos de garagens, play-grounds, marquises, áreas industriais e comerciais.

**Tecnologia com 100% de sólidos.**

 **POXY**  
INDUSTRIES, INC.

Fax consulta n° 309



A forma mais disseminada de ataque químico ao concreto é pelos sulfatos presentes na água do subsolo, no próprio solo e na água do mar. A causa maior da expansão é pela conversão das fases dos monossulfatos em fases de etringita, acompanhada por um grande aumento no volume da peça. Nestas fotos feitas de imagens por retroespalhamento de elétrons em microscopia por varredura, evidencia-se a ruína da pasta de cimento, após a imersão em solução  $MgSO_4$ . Na parte superior esquerda

das fotos há a formação de hidratos de silicato de magnésio com alguma ferrita. As veias situadas abaixo são gesso. Na parte superior direita há uma camada compacta de gesso e do lado de fora, fracamente perceptível, brucita. A pasta de cimento abaixo está levemente escurecida, devido a descalcificação.

ta ou de um concreto de cimento portland, mole e perfeitamente desintegrável. A lixiviação daquelas substâncias, aliada àquele estado facilmente desintegrável é, ainda, agravado pela presença dos cloretos na água do mar. De um modo geral, o ataque por sulfatos é menos atuante na região submersa do que na região de variação da maré, onde o frequente processo de molhagem e secagem

acelera a destruição da estrutura existente. Um outro agravante que pode ser adicionado ao menu das reações químicas atuantes é a introdução do íon  $Mg^{2+}$  do sulfato de magnésio no hidrato disilicato tricálcico, em substituição ao íon Cálcio $^{2+}$ , originando silicatos de magnésio extremamente porosos, piorando ainda mais a estrutura. Uma outra forma (modificada) de etringita, com conteúdo su-

perior a 5% e 0,2%, respectivamente, de  $SiO_2$  e cloretos, tem sido constatada em algumas patologias marinhas.

### O ataque ácido causado por bactérias

Temperaturas em torno dos 30°C, água sem muita movimentação e muita contaminação

## Após a limpeza...



## ...Epóxis Subaquáticos.

Estes são os epóxis que efetivamente fazem o melhor trabalho de proteção em sua obra.

### Epóxi Bio-Seal 182

Epóxi incolor com 100% de sólidos, A + B, aplicado com trincha ou rolo.

### Epóxi Bio-Dur 561

Pasta epóxica tixotrópica com 100% de sólidos, A + B, estruturada com micro-fibras de Kevlar, aplicável com espátula ou à mão.

### Epóxi Sub-RG

Epóxi com 100% de sólidos, A + B, aplicado com trincha ou rolo.

Promovem uma efetiva e segura proteção para superfícies de concreto expostas a toda sorte de contaminação do tipo salmouras, gasolina, óleos e produtos cáusticos. Protege superfícies expostas a agentes corrosivos como maresia e ambientes industriais, particularmente sujeitas a ataques de ácido sulfúrico. Indicado exclusivamente para uso profissional em água doce ou salgada. Material com 100% de sólidos.



Fax consulta n° 274



por matéria orgânica. Pronto, está feito o cenário para a entrada em cena das bactérias que promoverão uma atividade microbiana, tanto na condição aeróbica quanto anaeróbica,

resultando na geração de enormes quantidades de sulfato de hidrogênio ( $H_2S$ ). Nas regiões onde não há, praticamente, movimentação da água, haverá consumo de oxigênio pelas famílias de bactérias que estarão em fase de crescimento, resultando na formação de dióxido de carbono e redução do pH. Esta modificação de ambiente produz condições suficientes para o crescimento de bactérias redutoras de sulfatos (bactérias anaeróbicas), produzindo-se aí o  $H_2S$ . A modificação do ambiente da matriz (pasta) pela redução do seu pH com a contaminação pelo  $H_2S$  é absolutamente crítico para o concreto armado, não sendo exagero afirmar que será o início de seu fim. Como vimos nas edições anteriores da RECUPERAR (n<sup>os</sup> 24 e 32), o  $H_2S$ , em contato com a superfície do concreto, é dissolvido pela umidade presente, formando ácido sulfúrico que, por sua vez, promoverá uma dissolução gradual da pasta de cimento ( $Ca(OH)_2$ ) e, conseqüentemente, a destruição do concreto.

Torna-se obrigatória, portanto, além do uso do cimento de alto forno juntamente com materiais pozolânicos, a instalação de anodos de sacrifício em forma de pastilha dentro do concreto, fixados às armaduras, quando da concretagem das estruturas (ou durante sua recuperação) e a execução de barreiras protetoras com epóxis resistentes à ação das bactérias.



Concreto armado na zona de variação da maré. Corrosão nas armaduras e destruição do concreto ou destruição do concreto e corrosão nas armaduras. A ordem não importa.

### Fax consulta n<sup>o</sup> 429

Para ter mais informações sobre Corrosão.

Click aqui:

<http://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.
- Wilkins, N.J.M. and Lawrence P.F. The corrosion of steel reinforcements in concrete immersed in sea water.

- Wilkins, N.J.M. Localised corrosion of reinforcement in marine concrete, in *Corrosion of Reinforcement in Concrete*.
- Hamilton, W.A. and Sanders, P.F. Sulphate-reducing bacteria and aerobic corrosion, in *Corrosion and Marine Growth on Offshore Structures*.
- Wilkins, N.J.M. and Lawrence, P.F. *Fundamental Mechanisms of Corrosion of Steel Reinforcements in Concrete Immersed in Sea Water*. Concrete in the Oceans Technical Report No. 6, Cement and Concrete Association.
- Wilkinson, T.G. Biological mechanisms leading to potential corrosion problems, in *Corrosion and Marine Growth of Offshore Structures*.

**NOVA ABC**  
FUNDAÇÕES LTDA.

**SONDAGEM A PERCUSSÃO**

**(11) 4432-0412**  
e-mail: novaabc5@aol.com

**RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL**

**teor**  
engenharia

São Paulo SP: (011) 813.1833  
Av. Magalhães de Castro, 420 Butantã  
CEP 05502-000 Fax: (011) 814.5818  
E-mail: teor@telnet.com.br



**SE SUA ESTRUTURA ESTÁ COM PROBLEMAS...**

**...Reforce-a com a tecnologia da fibra de carbono.**

**USE**

**MFC**

**a melhor  
associação da fibra  
de carbono com  
os epóxis  
estruturantes.**

Pilares, vigas e lajes, além de tubulações de concreto e aço poderão ser reforçados fácil e rapidamente com **MFC**, mesmo para estruturas subaquáticas, já que a tecnologia **MFC** dispõe de epóxis estruturantes específicos para este ambiente.

Use tecnologia Hi-Tech Japonesa em seu próximo serviço de recuperação estrutural.

Use **MFC**.

**MFC**  
reforça melhor



A corrosão que existe nas armaduras do concreto armado e protendido é um processo semelhante ao encontrado em pilhas comuns. Uma região positiva (catodo) interligada, através de um eletrólito (concreto), a uma região negativa (anodo), gera corrente e voltagem elétricas. Ao longo das armaduras ou cordoalhas formam-se milhares de pilhas como esta, funcionando até o limite em que o aço é corroído ou se rompe. Na maioria dos casos, não adianta recuperação, pois não desliga o processo eletroquímico causador da corrosão.

A única maneira 100% eficiente de tratar a corrosão é aplicando uma outra pilha em que o zinco corrói, ao invés do aço.

Aplique Zinco Termo Projetado (ZTP) e pare de dar pilha aos processos de corrosão em sua obra de concreto armado, protendido ou de estrutura metálica, independente do ambiente, seja industrial ou marítimo. O plano de garantia é superior a vinte anos e não custa um centavo de manutenção. Pense na sua tranquilidade.

Não dê pilha à corrosão.  
Dê pilha de proteção.

Dê

**ZTP**



**QUANDO O ASSUNTO  
É IMPERMEABILIZAÇÃO  
CONTRA A CARGA HIDROSTÁTICA.**



## **Não adianta fazer tratamento tópico.**

A tecnologia da injeção com poliuretano hidroativado PH Flex ataca, de maneira profunda, a água de onde quer que ela venha. Assim, infiltrações em galerias e paredes de barragens, paredes diafragma, minações d'água, pisos e poços de elevadores, galerias, metrôs e vazamentos em castelos d'água são resolvidos direta e profundamente, sem chance de retorno. Para sempre!



**TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DÃO PROBLEMA.  
TRATE PROFUNDAMENTE.  
INJETE PH FLEX.**