

# GRAUT QUÍMICO ACABA COM PROBLEMAS NA BARRAGEM DE JUPIÁ

A fluidez, a expansão e a resistência do graut químico, função do seu poder aglomerante, substitui, com inúmeras vantagens, as tradicionais caldas de cimento.

Joaquim Rodrigues e Bernardino Nunes



A barragem de Jupiá, construída para geração de energia e navegação, no rio Paraná, interliga os estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, através dos municípios de Três Lagoas (MS) e Andradina (SP). Foi inaugurada no ano de 1968 e tem uma capacidade de 1.411,2 MW.

Sua eclusa, construída juntamente com a barragem, só agora recebe o tratamento final para ser posta em operação no mês de dezembro de 1997.

O projeto inicial da operação de eclusagem previa um escoamento da água da eclusa diretamente no rio Paraná, através do maciço de terra/rocha que compõe o dique marginal do canal de aproximação à jusante da eclusa. Com este objetivo, durante os trabalhos iniciais, foi executado um corte



A barragem de Jupiá ao fundo. A enseadeira e, em primeiro plano, a galeria de drenagem da eclusa.



no dique com 60m de extensão, 30m de largura e uma profundidade de 13m. Dos 13m de profundidade, os primeiros 9m são em argila silto arenosa, compactada, típica dos solos coluviais de arenito, muito comum na região, e os 4m restantes foram feitos em rocha basáltica, com derrames horizontais e sub-horizontais com zonas brechóides extremamente fraturadas inter derrames. Após o corte efetuado optou-se

Vista geral da enseadeira do topo da galeria de drenagem da eclusa. Ao centro da enseadeira o maciço argiloso preenchido. Em primeiro plano, o pequeno lago originado pelos vazamentos e a grande bomba de drenagem.



Mapa esquemático.



Vista panorâmica da barragem com a eclusa ao centro da foto.



Vista da enseadeira pelo lado de jusante. Ao centro, o sistema de bombeamento procedendo a drenagem dos vazamentos que ocorriam através do trecho problemático. O principal processo de infiltração ocorria na interface da rocha (basalto) com o maciço argiloso (preenchimento).

por modificar o projeto original, aterrando-se e obedecendo-se aos procedimentos normais de compactação. Durante o preenchimento do corte com material argiloso compactado em camadas foram instalados piezômetros que permitiriam

analisar o grau de saturação do maciço executado, além de sua estabilidade frente às pressões do rio. Os piezômetros, instalados ao longo do maciço, algum tempo depois acusaram um nível d'água próximo ao do rio, sofrendo imediata

modificação a qualquer variação da lâmina d'água do Paraná, evidenciando uma comunicação direta, através do maciço executado. Desta forma, qualquer atividade de escavação para retaludamento e construção

Se você deseja monolitizar, de maneira rápida, por injeção, estruturas de concreto, minas e túneis, pense rápido. Pense na resina estrutural de poliuretano. Pense em

**FAX CONSULTA Nº 176.**

\* POLYROCK alcança 100Mpa em 6 minutos  
MADE IN USA



A injeção sendo executada no topo da ensecadeira. Note a pequena bomba pneumática de injeção do graut químico.



Abertura de rosca na ponta de um trecho de tubo curto. A barragem de Jupia ao fundo.

das bermas de projeto estaria comprometida e mesmo, impossibilitada, em virtude do alto grau de saturação do aterro executado. Isto foi comprovado com a escavação de um poço experimental para observação, onde a água aflorou, provocando arraste de sólidos do maciço argiloso, tornando-se, portanto, um grande risco para a sua estabilidade. Este poço foi fechado imediatamente.

O interesse da CESP pela tecnologia da injeção do graut químico (PH Solo Estabilizador) fez-se então, através de diversas reuniões com o aplicador regional e o consultor responsável pela técnica no Brasil, resultando na estratégia de ataque ao problema exposta a seguir.

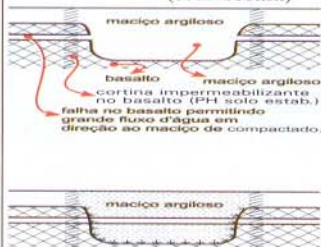
Pretendeu-se estabilizar e impermeabilizar o maciço através, basicamente, de duas linhas de injeções, impedindo o fluxo d'água através do basalto bastante fraturado, especialmente pela falha existente à meia seção da altura do corte efetuado e duas linhas de injeções ao longo

do maciço, transversalmente, de modo a proceder à ligação do maciço com a rocha no fundo do corte e em toda a seção

*continua na pág. 8*

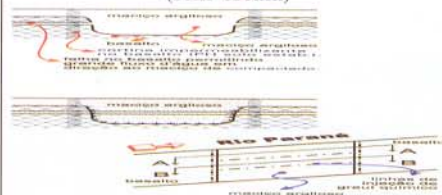
### Corte AA

(sem escala)



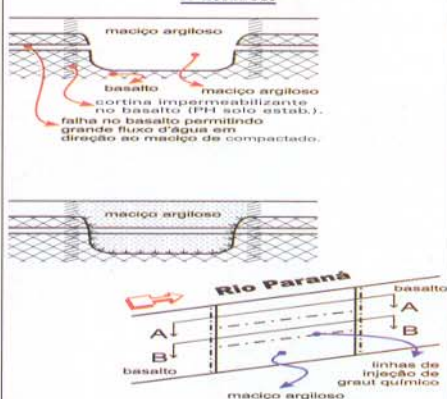
### Corte BB

(sem escala)

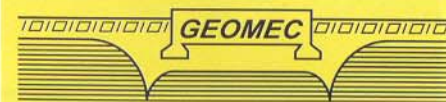


No corte AA evidencia-se a interrupção do saturamento do maciço, através das laterais, principalmente pela falha no basalto. No corte BB, verifica-se a consolidação do maciço à rocha, ao mesmo tempo em que interrompe-se a permeabilidade, através de todo o corte, proveniente do rio, eliminando-se bolsões d'água esparsos em diversos níveis existentes.

### Planta



Vista em planta da ensecadeira, com as linhas de injeção transversais e longitudinais.



- CONSULTORIA E PROJETOS EM ENGENHARIA GEOTÉCNICA E DE FUNDAÇÕES
- INSTRUMENTAÇÃO EM FUNDAÇÕES PROFUNDAS PROVA DE CARGA DINÂMICA P.D.A. (PILE DRIVER ANALYSER) ENSAIOS DE INTEGRIDADE ESTRUTURAL P.I.T. (PILE INTEGRITY TESTER)

- ENSAIO DE CARREGAMENTO DINÂMICO EM ESTACAS ESCAVADAS DE GRANDE DIÂMETRO COM UTILIZAÇÃO DE MARTELO ESPECIAL AUTO-PROPULSOR COM MODULAÇÃO PARA ATÉ 20 (TECNOLOGIA P.D.A.)

**GEOMECC**

ENGENHEIROS CONSULTORES S/C LTDA

FAX CONSULTA Nº 217.



Onde havia, anteriormente, infiltrações e o saturamento do solo e rocha há apenas sinais do graut químico. Diversas situações de erosão tubular, da ordem de 15cm de diâmetro, provocada pelo fluxo/permeabilidade da água foram totalmente preenchidas pelo graut químico, principalmente devido ao seu grande processo de expansão.



Nota-se a surgência do graut químico, em estado de expansão, em furos adjacentes ao de injeção, significando o preenchimento da cortina impermeabilizante no maciço argiloso.

transversal já principalmente motivado pelo agente químico WD (Water Displacement - deslocador d'água), que quebra o poder tensoativo do líquido.

Alguns dias após os serviços de injeção, escavaram-se alguns poços, basicamente nos mesmos locais anteriormente executados, constatando-se ausência d'água e o enrijecimento ou a estabilização do solo. Fax consulta nº 219.

**T**

• **Joaquim Rodrigues** é Engº 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.

• **Bernardino Nunes** é geólogo e consultor técnico.

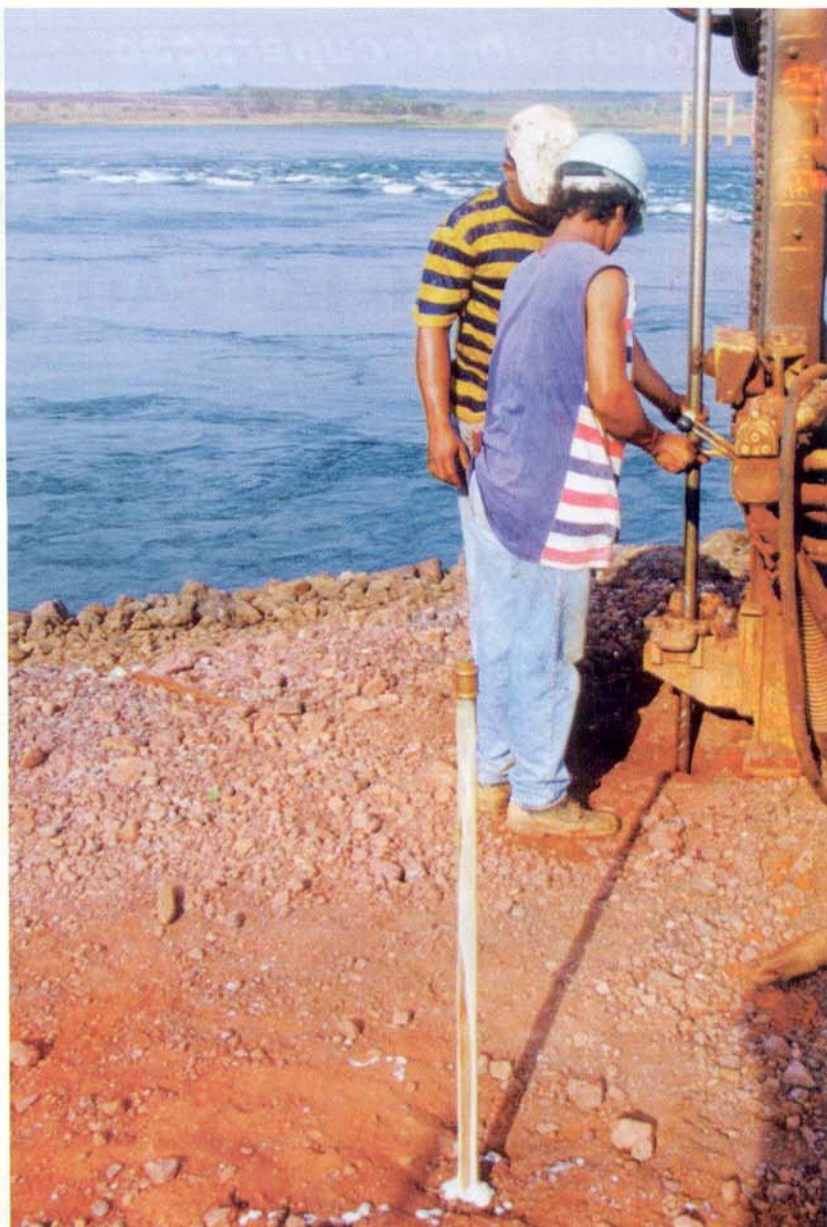
Cliente: CESP

Construtora: CBPO-TENENGE

Firma de injeção: INJETEC (Campinas - SP)

Consultor técnico: Engº JOAQUIM RODRIGUES

Produto utilizado: GRAUT QUÍMICO PH Solo Estab.



Ao fundo, o rio Paraná. O rock drill procedendo à furação e, em primeiro plano, um tubo já injetado e plugado.



**Grupo  
falcão bauer**

CRENCIADO: INMETRO E IBQN

- CONTROLE GLOBAL DE QUALIDADE EM CONSTRUÇÃO CIVIL
- CONTROLE TECNOLÓGICO DE CONCRETO, SOLOS E PAVIMENTAÇÃO
- GERENCIAMENTO E FISCALIZAÇÃO DE OBRAS CIVIS
- INSPEÇÕES E LAUDOS TÉCNICOS EM ESTRUTURAS
- RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS (CONCRETO E METÁLICA)
- PROVAS DE CARGA / CONTROLE DE RECALQUE
- ANÁLISES QUÍMICAS E METALOGRAFICAS

TELS.: (011) 861-0833 / 861-0677

FAX: 861-0170 - TELEX (11)82-802

<http://falcaobauer.com.br>

R. Aquários, 111 - CEP 05036-070 - São Paulo - SP

**SEGURANÇA  
É TUDO**

**O TRAVA QUEDAS É EQUIPAMENTO OBRIGATÓRIO**



O que adianta o cinto de segurança, se ele não está preso à corda de segurança?

O Trava Quedas permite que o operário fique preso o tempo todo à corda de segurança, em toda movimentação e em qualquer situação.

FAX CONSULTA Nº 215

**Invista em qualidade e segurança.**

# O QUE VOCÊ DEVE SABER SOBRE IMPERMEABILIZAÇÃO NAS EDIFICAÇÕES

Carlos Alberto Monge



Impermeabilizar superfícies horizontais e verticais nas edificações é prevenir a penetração d'água nos seus elementos estruturais e arquitetônicos.

Qualquer superfície situada acima do nível da rua não fica sujeita a pressão hidrostática, mas pode ficar submetida a uma série de efeitos da intempérie, como é o caso da luz ultravioleta.

A água, que afeta as superfícies situadas longe da pressão hidrostática do terreno, pode ser catalogada de cinco formas diferentes:

- provocada pela chuva
- pela ação capilar
- pela tensão superficial
- pela pressão do ar
- introduzida pelas cargas de vento.

A força da água, provocada pela ação gravitacional, é intensa, tanto nas regiões horizontais como inclinadas da edificação, devendo estas áreas serem protegidas do empossamento ou daquelas águas que costumam ficar retidas até a efetiva drenagem. A ação capilar é o movimento ascendente que ocorre dentro dos capilares dos materiais que compõem a edificação, agindo das regiões mais baixas, onde há retenção d'água ou junto ao terreno, atingindo parte de suas regiões superiores. É o caso das paredes que nascem em pisos, mesmo os suspensos, como os das varandas da edificação, sujeitas a empossamentos, retenção d'água ou a grande carga de umidade em sua região inferior.

A tensão superficial das moléculas d'água

permite seu extraordinário trabalho de aderência e condutibilidade a partir das regiões mais inferiores da edificação, penetrando nas suas regiões habitáveis. Por outro lado, a água da chuva poderá penetrar no envelope da edificação através da ação gravitacional ou por diferenças nas pressões do ar interno e externo

Se dentro de uma edificação houver pressão do ar com valor inferior ao seu lado externo, a água ou vapor poderão ser literalmente sugados ou aspirados para o seu interior.

Em situações mais extremas, a carga de vento, durante as tempestades, força a água para o interior da edificação e, caso não haja uma estanqueidade absoluta e durável de seus elementos vedantes e protetores (envelope) comprometerá o acabamento interno ou propriamente aflorará através das janelas, pisos ou paredes. Dentro deste contexto, com o aparecimento de novos elementos de construção, é comum unir-se materiais de diferentes naturezas, obrigando a um tratamento interfacial com mastiques elastoméricos cada vez mais eficientes.

Portanto, é necessário que o envelope da edificação seja resistente a todas estas formas naturais da água atuar, sem o que, conjuminadas ou não, seu acesso será inevitável.

É importante recordar que as antigas construções eram formadas por paredes espessas, da ordem de 30 até 100cm, o que desobrigava qualquer atenção aos aspectos de impermeabilidade, resistência a intempéries ou, propriamente, à durabilidade.

Hoje, entretanto, não é incomum termos

edificações com elementos vedantes de espessuras da ordem de 3 milímetros, visando efeitos estéticos, reduzir o peso da construção ou, propriamente, abaixar seu custo. Isto, por outro lado, cria problemas para se manter em efetivo comportamento estanque e durável.

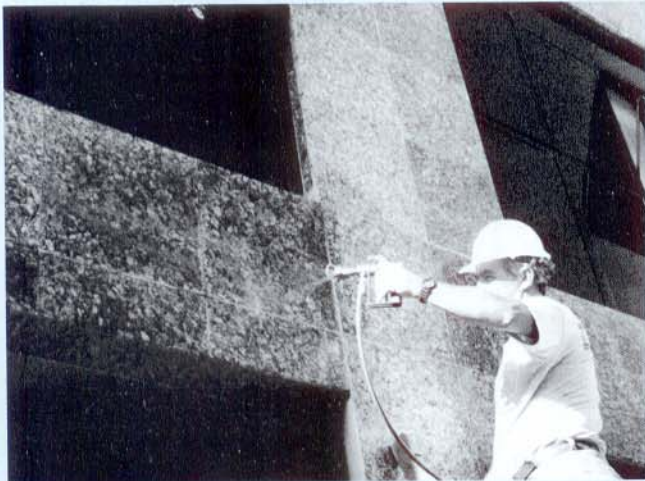
### Construções em contato com o terreno ou abaixo do nível da rua, sujeitas à pressão hidrostática.

Hoje, para as construções acima do nível da rua e ausentes de contato com o terreno, exigem-se materiais que "respirem" do modo a atender ao processo de transmissão da vapor negativo. Este processo é semelhante ao comportamento da pele humana, que permite que se nade ou tome banho e também sue, o que caracteriza uma transmissão de umidade negativa. A maioria dos materiais empregados em construções em contato com o terreno ou abaixo do nível da rua, que estejam sujeitos a pressão hidrostática, não podem permitir que haja transmissão negativa e, claro, se acontecer, o material aplicado sobre a superfície descolar-se-á ou surgirão bolhas.

Como dissemos anteriormente, deve-se exigir, nas construções sem qualquer comprometimento com a pressão hidrostática, tintas que "respirem", de modo que a película aplicada permita a saída da umidade condensada no interior para o exterior. O sol provoca este efeito natural "puxando" os vapores para o exterior. Diferenças de pressão, que poderão existir entre as áreas internas e externas, provocam também esta situação (RECUPERAR n°2).

## O que há para tratamento em superfícies verticais

Existem diversos produtos que, aplicados sobre as paredes verticais da edificação, promovem sua impermeabilidade, ao mesmo tempo em que permanecem solidários aos elementos arquitetônicos sem interferência na estética dos mesmos. São eles os protetores penetrantes incolores, bastante recomendados quando a estética da superfície está em primeiro lugar ou quando investe-se em elementos arquitetônicos caros que não podem ficar desprotegidos da ação direta do tempo. É o caso dos mármore e dos granitos, em primeira escala, e das cerâmicas, rebocos e outros revestimento menos caros.



O uso de protetores penetrantes em revestimentos tornou-se rotina. Os mais recomendados são os de silano, siloxano ou conjuminados.

É importante entender que os protetores penetrantes (PP) incolores, tais como os siloxanos e silanos, não são propriamente impermeabilizantes, mas reduzem drasticamente a taxa de absorção d'água para dentro do substrato em até 98%. São bastante indicados para a aplicação em superfícies de concreto aparente, de modo a impedir a penetração dos íons cloretos no interior das peças estruturais, ocasionando o ataque às armaduras. Esta super proteção deveria substituir completamente o verniz no tratamento do concreto aparente feito com aplicação prévia do estuque corretivo à base de cimento portland e latex. Muito embora os estuques sejam necessários após o lixamento do concreto aparente, ainda são aplicados vernizes que mal atendem à questão durabilidade, basicamente porque formam película rígida e são aplicados sobre uma superfície rica em pó do estuque, o que é incorreto, impedindo a adesão do filme no substrato. Nas situações mais extremas, onde ocorrem chuvas de vento ou grandes precipitações

pluviométricas, poderá haver penetração d'água particularmente pelas juntas ou pelo rejunte do revestimento. Logo, é necessário aplicar não um material de rejunte à base de cimento portland e cargas finíssimas e sim mastiques poliméricos, que aderem bem nos dois lados das juntas (necessário antes uma boa limpeza) e permanecem coesos aos movimentos de contração/dilatação do revestimento e substrato. Queremos chamar a atenção dos rejuntas à base de cimento portland, chamados semi-rígidos e até flexíveis. Pode-se perceber que estes materiais são bastante limitados, se considerarmos o efeito durabilidade.

As tintas elastoméricas são produtos com alto teor de sólidos, que dão total impermeabilidade ao substrato, consoante com uma performance de fiel atendimento aos seus movimentos, o que, para as nossas condições, é fundamental. A pintura elastomérica, por outro lado, cobre e elimina qualquer imperfeição que haja na superfície, oferecendo uma estética variada de cores e textura. Aquelas paredes fortemente afetadas pela intempérie, que sofrem grandes e extensas fissuras e até trincas ao longo de todos os paramentos deverão ser previamente calafetadas com mastiques adequados.

Os deslocamentos deverão ser corrigidos com argamassa compatível com o material de base original.

As argamassas ou as tintas à base de cimento portland, para aplicação em paredes verticais, com o objetivo de dar impermeabilidade ao substrato, são extremamente limitadas pois não permitem qualquer movimento de sua base e, com frequência, fissuram ou trincam, permitindo a penetração d'água.

A aplicação destes materiais deverá ser acompanhada do tratamento de juntas bem localizadas, de modo a minimizar a ordem de problemas, principalmente em paramentos que apresentem um histórico desfavorável.

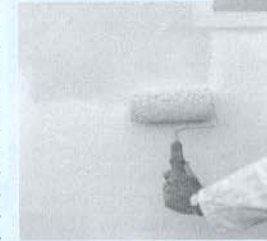


A aplicação de tintas elastoméricas antecede uma...

...boa preparação das superfícies e um trabalho com o...



...rolo, de modo a se conseguir o melhor jogo de textura.



## Novidades no tratamento de superfícies horizontais

Objetivando propriamente a impermeabilidade em play-grounds, grandes estações descobertas que tenham utilização em sua região inferior, além de coberturas, há a novíssima manta à base de uretano e epóxi, que não necessita de proteção mecânica. Portanto, um avanço em relação às antigas e pesadas mantas asfálticas e butílicas. Ainda aqui é importante comentar sobre a utilização dos protetores penetrantes (PP), principalmente os silanos e siloxanos, para utilização em superfícies horizontais. Como é do nosso conhecimento, estes produtos não alteram a estética dos revestimentos existen-

# Geotécnica

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

Av. 9 de Julho, 5109 - 9º and.  
Cep. 01407-905 Fax 852-2559

(011) 881-0700



É bastante comum a aplicação de mantas à base de uretano e epóxi, com apenas 1,5mm, de espessura, próprias para tráfego pesado.

tes e não são propriamente impermeabilizantes. No entanto, resistem de forma fantástica à penetração d'água.

A manta de uretano e epóxi possui propriedades elastoméricas que permitem preencher fissuras e trincas, devolvendo-lhes os movimentos de forma contínua e duradoura já que, diferentemente das tradicionais mantas asfálticas, butílicas ou acrílicas estruturadas, trata-se de um material que possui memória química, não perdendo, portanto, suas propriedades com o tempo.

A introdução de areia de quartzo, na demão intermediária, permite o tráfego de carros eliminando qualquer hipótese de derrapagem. A vantagem desta impermeabilização (ver Recuperar nº 15) reside no fato deste produto não necessitar de qualquer tipo de proteção mecânica sobre a membrana formada, ao mesmo tempo em que são oferecidas diversas cores. Uma outra vantagem é o reparo que poderá ser feito sem qualquer dificuldade.

Reforçando o uso das mantas "inteligentes", discute-se e já foram executadas lajes e pisos de concreto com caimento, sem, portanto, a necessidade daquela maçaroca do contrapiso para fazer o nosso trabalho. Em cima do concreto, então, aplica-se a manta. É mais simples e menos problemático.

Da mesma forma que nas superfícies verticais das edificações, será necessário assegurar a total impermeabilidade ao substrato a ser tratado. Logo, juntas de controle e de expansão precisam ser bem limpas e propriamente calafetadas com mastiques específicos. O detalhamento da drenagem das superfícies horizontais é fundamental para o bom comportamento de todo o sistema que dará impermeabilidade.

## Os problemas oriundos da exposição dos produtos impermeabilizantes nas edificações.

Todos os impermeabilizantes utilizados nas edificações são vulneráveis a uma série de condições detrimenais devido à exposição a todos os efeitos da intempérie e à performance do substrato sob estas condições.

De maneira genérica, a exposição dos produtos impermeabilizantes nas fachadas das edificações obriga a que os mesmos tenham resistência a uma série de ações, entre elas:

- luz ultravioleta
- carga de vento
- movimento térmico
- movimentos diferenciais na edificação
- ataque de algas e mofo
- ataque químico e da poluição proveniente de íons cloretos, sulfatos, nitratos e o dióxido de carbono

O ataque químico e o da poluição, a cada dia



A proliferação de algas e mofo nas edificações é tanto prejudicial à saúde do homem quanto para a execução de novas pinturas. Deverão ser utilizadas substâncias específicas para a sua eliminação.

que passa, é mais freqüente e difícil de ser combatido. Num país como o nosso, a maioria das grandes cidades encontram-se ao longo da costa, e portanto, submetidas à ação da maresia e ao ataque dos cloretos, que não só desencadeiam uma séria e onerosa ação destruidora no concreto armado como na maioria dos revestimentos empregados nas edificações.

A água que penetra nos revestimentos carrega os íons cloretos existentes na atmosfera ou já depositados nas superfícies pela secagem da intensa umidade marinha, destruindo todo o tenro sistema protetor das armaduras do concreto. Uma vez iniciado o processo de corrosão não mais é interrompido, mesmo após os tradicionais serviços de recuperação que só servem de paliativo, ocasionando o aumento da seção das armaduras, culminando com o descolamento do recobrimento do concreto e do revestimento.

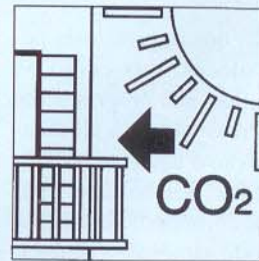
A chuva ácida, um problema mundial, é cada vez mais freqüente e com maiores concentrações. Quando sulfatos e nitratos presentes na atmosfera são misturados à água formam, respectivamente, os ácidos sulfúrico e nítrico



O uso de tintas e revestimentos que "respirem" permite a evaporação da umidade interna.

(chuva ácida), que atacam e afetam todos os componentes do envelope da edificação. Estes ácidos atacam todos os materiais que tenham cálcio em sua composição, começando com o concreto, o mármore e toda sorte de outros revestimentos e pinturas.

Nas paredes da edificação, particularmente nas peças estruturais e nas superfícies em concreto aparente, desenvolve-se um processo destrutivo chamado carbonatação, que afeta todos os materiais à base de cimento portland, função da ausência de pinturas protetoras. A carbonatação é provocada pela poluição atmosférica das grandes cidades devido ao dióxido de carbono expelido pelos carros que, misturado à água da chuva, desenvolve o ácido carbônico que, penetrando nos revestimentos, provoca a ruína das argamassas à base de cimento portland e no concreto causa, principalmente, a corrosão das armaduras pela mudança do ambiente alcalino que as envolve. Relembrando, as armaduras do concreto são envolvidas por uma massa extremamente alcalina, perdendo esta característica ao ser ataca-



O dióxido de carbono é solúvel em água e ataca toda a sorte de revestimentos.

cada pelo ácido carbônico, iniciando-se o processo de corrosão do aço, ao mesmo tempo em que acontece a ruína da massa.

Na próxima edição especificaremos modernos produtos impermeabilizantes para edificações, tanto para superfícies horizontais quanto verticais. Fax consulta nº 214.

### Referências:

- Carlos Alberto Monge é Engº Civil e especialista em serviços de recuperação.
- "Waterproofing - the building envelope" Michael Kubal
- 7th. Paint Research Institute Symposium; Journal of paint technology.
- Halubka, J.W. - "Interfacial chemistry of humidity induced adhesion loss".



## PISOS DE CONCRETO

A preparação para a pintura.

**Carlos Alberto Monge**



Se você está pensando em preparar um piso para receber uma pintura de proteção, vá com calma. Procure entender e executar

todas as exigências que culminarão com uma boa limpeza, condição básica necessária para a aplicação da tinta.

Neste artigo, apresentamos as exigências básicas para a preparação de pisos de concreto, tendo em vista a aplicação posterior da pintura protetora.

### Checando as condições de limpo, seco e firme.

De um modo geral, todo e qualquer piso precisa atender àquelas condições tradicionais de limpo, seco e firme, antes da aplicação da pintura de proteção.

A condição de limpo significa que não poderá haver poeira, pó, graxa, óleo ou qualquer substância estranha na superfície. Seco, significa que não pode haver água livre presente. E firme, significa que aquela nata de cimento, bastante comum em superfícies acabadas de concreto, é indesejável, já que nada sobre ela fica suficientemente aderido. Portanto, sua remoção é obrigatória.

### Checando a limpeza

Existem duas formas simples de checar se um piso está limpo ou não. O primeiro é passar um pano preto em sua superfície. Qualquer sujidade que haja aparecerá no pano. Este pó impedirá que a tinta umedeça e ancore na superfície. A segunda forma de checar se um piso está limpo ou não é

aspergir um pouco d'água em sua superfície e verificar se a película dispersa uniformemente ou fica concentrada, significando que está contaminada com algum material estranho.

Pisos recém executados poderão estar com alguma película de cura. Por outro lado, pisos antigos poderão ter em sua superfície impregnações das rodas das empilhadeiras, óleo, graxa ou outros contaminantes. Em ambas as situações é obrigatória a remoção destas substâncias antes de se proceder à pintura de proteção.

### Checando a condição de seco

A maioria de nossas tintas só pode ser aplicada sobre superfícies 100% secas, de

modo a se proceder a uma adequada colagem. Lembramos aqui a necessidade da aplicação de um protetor penetrante (PP) de baixa viscosidade, de modo a proceder a eliminação da porosidade e a conseqüente ancoragem do filme protetor subseqüente (alta viscosidade).

Existem no mercado nacional, só que importadas, tintas e PPs que podem ser aplicadas em superfícies úmidas. Para se checar a condição de seco, basta esfregar o dedo na superfície e verificar se coletou-se umidade. Caso o dedo traga alguma umidade, a superfície, tradicionalmente, será imprópria para a aplicação da pintura de proteção. Um outro teste é comprimir fortemente sobre a superfície um papel especial absorvente. Se o papel escurecer,



Para a execução de uma excelente e garantida pintura em pisos industriais é necessário, antes, "conversar" com o substrato, determinando sua condição de limpeza e aderência. A situação da transmissão do vapor (umidade) do solo através da placa deve ser obrigatoriamente determinada. O questionamento da marca da tinta é muito importante, mas seja exigente no tocante às suas propriedades.



É intolerável em serviços de pintura de pisos protuberâncias maiores que 2mm ou buracos com diâmetro superior a 3mm. Muita atenção à relação pot-life/temperatura ambiente.

há suficiente umidade na superfície para a aplicação da tinta protetora. Existem pequenos equipamentos digitais no mercado que também indicam a presença de umidade, apenas encostando-o na superfície. Deverá ser investigado, através do teste da ASTM D4263, com pó dissecante, a presença de gradientes de transmissão de umidade do solo através do piso do concreto. Para o caso de pisos de concreto recém executados dever-se-á esperar os 28 dias tradicionais de cura para se proceder qualquer serviço de pintura em sua superfície. O teste que evidencia a presença de umidade no piso, através do filme de polietileno (ASTM D4263), deverá ser repetido em pontos diferentes, quando se quer pintar grandes áreas, já que o teor de umidade não é constante ao longo do piso.

#### O piso está firme?

Se a superfície do piso apresentar defeitos do tipo protuberâncias, saliências, pequenos dentes devido ao mal acabamento, furos e trincas dever-se-á estabelecer um critério para sua aceitação.

Como regra geral, protuberâncias ou saliências não poderão ser maiores que 2mm e furos ou pequenos buracos não podem exceder a 3mm de diâmetro. Estes problemas podem ser detectados através de uma rigorosa inspeção em concordância com a especificação (tolerância) do fabricante da tinta.

A nata de cimento e eflorescências são claras e esbranquiçadas. A primeira é composta, basicamente, de numerosas partículas de cimento que permanecem na superfície quando da concretagem.

Eflorescências são sais que afloram na superfície do concreto. Tanto a nata quanto as eflorescências, obrigatoriamente, precisam ser removidas, de modo que a pintura de proteção fique aderida propriamente no concreto são. Aplicar uma pintura sobre estes materiais é como pintar sobre poeira.

#### Métodos de tratamento e preparação do piso.

Basicamente, existem quatro tipos de tratamento ou preparação de superfície para pisos de concreto. Alguns pisos necessitam dos quatro tratamentos juntos. São eles: recuperação dos defeitos, minação d'água ou umidade, limpeza da superfície e ataque ácido ou lixamento/fresagem.

#### Recuperação de defeitos

Protuberâncias e pequenos dentes podem ser facilmente removidos com lixadeiras elétricas ou através de rebarbadores elétricos. Desplacamentos, trincas e pequenos buracos podem, após o corte em "V" ou "U", serem preenchidos com argamassa à base de cimento portland modificada com polímero acrílico/estireno butadieno e fibra sintética, argamassa epóxica com cimento portland do tipo "Dry pack". Em todos os casos é importante proceder-se a uma ponte adesiva, após a saturação (com água) da superfície (2 horas no mínimo), com pasta de cimento portland modificada com polímero. A definição do tipo de recuperação a ser feito dependerá do tamanho do problema e da resistência exigida para o substrato. É importante consultar o fornecedor da tinta e dos



**ATUAL**  
Impermeabilizações  
e Juntas Ltda.

JUNTA  
**JEMNE**  
REPRESENTANTE  
APLICADOR

- **RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS**
- **JUNTAS DE DILATAÇÃO**
- **INJEÇÃO DE EPÓXI**
- **IMPERMEABILIZAÇÕES**
- **INJEÇÃO DE POLIURETANO**
- **TRATAMENTO E RECUPERAÇÃO DE PISOS**
- **PINTURA**
- **CORTES EM GERAL**

**ATUAL**

Impermeabilizações  
e Juntas Ltda.

**TEL.: (011)  
6954-8711  
6954-2788**

polímeros a serem utilizados na massa. Naturalmente, nos buracos existentes, antes da aplicação da ponte adesiva, dever-se-á proceder o apicoamento ou um ataque ácido (com neutralização posterior), de modo a otimizar a condição de aderência.

#### *Minação d'água ou umidade*

Não é incomum haver surgências de umidade constante e até d'água em pisos de concreto sobre terrenos. Antes de mais nada é necessário que se interrompa o processo infiltrante com injeção de poliuretano hidroativado (PH Flex), formando uma barreira impermeável naquela região sob o piso, além da colmatação das trincas pelo retorno da resina.

#### *Limpeza da superfície*

Esta limpeza é para retirar contaminantes que estejam na superfície e que não penetraram nos poros do piso como poeira e sujidades diversas. Poderá ser feita com escova de aço, vassouras e esfregões, hidrojateando-se com pressões que, dependendo do equipamento, poderão ir a 150kg/cm<sup>2</sup> (2.100PSI). No caso de contaminação por graxa ou óleo, entretanto, dever-se-á fazer uma limpeza química com detergente, soluções variadas de soda cáustica ou fosfato trisódico (FTS). Na verdade, o hidrojateamento com detergentes específicos é suficiente para tal limpeza. Se forem usados produtos químicos de ataque, não esqueça de proceder sua lavagem cuidadosa com água limpa para remover as substâncias resultantes. De outra forma, estas substâncias certamente interferirão no processo de adesão da pintura à superfície. Após toda a limpeza executada, inclusive após a lavagem com água limpa, dever-se-á checar o PH da superfície, obtendo-se, obrigatoriamente, a condição de neutro (PH 7) ou levemente alcalino (PH de 8 a 9). O teste de checagem do PH pode ser feito à luz da ASTM D4262 – “teste para determinação do PH de superfície lavadas ou atacadas com produtos químicos”. Este teste é muito simples, consistindo no posicionamento de uma tira de papel de PH sobre a superfície molhada e comparando-se a cor obtida com a da tabela correspondente.

Se o PH encontrado for menor que 7 (ácido), a superfície precisará ser neutralizada com uma solução levemente alcalina de FTS ou de soda cáustica. Após esta lavagem

# DEMOLIÇÃO?

Você deseja demolir peças de concreto armado ou rochas? Nunca foi tão fácil! Com o nosso cimento expansivo Bristar basta adicionar água e... pronto. Veja como.



①

Ponha uma certa quantidade d'água num balde.



②

Adicione Bristar.



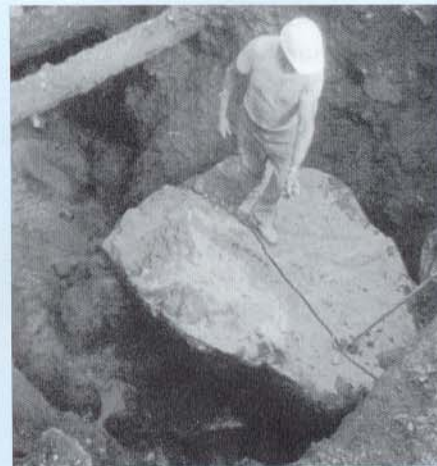
③

Misture.



④

Ponha dentro dos furos previamente executados.



O resultado é o fraturamento de rochas, peças de concreto e todo material rígido. Bristar, quando misturado à água, produz uma força expansiva muito superior a 1.000 toneladas/m<sup>2</sup>.

Você não precisa de licença ou qualquer burocracia.

Rápido, silencioso e sem cheiro.

**Cimento expansivo BRISTAR.**

*DTI demolition technologies inc.*

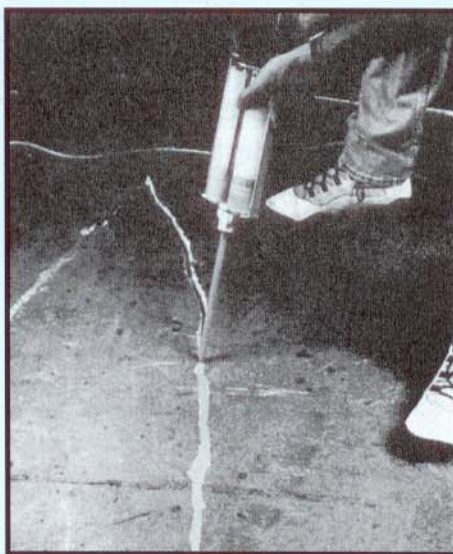
Fax consulta n° 178

química, naturalmente necessitar-se-á fazer lavagem com água limpa e nova checagem do PH para ter-se certeza da neutralização da superfície. Após todo este trabalho deverá haver uma espera para se proceder à total secagem da superfície. Se, por acaso, a limpeza anterior especificada não for suficiente para a remoção de contaminantes que penetraram nos poros do concreto (entranharam), haverá a alternativa de se utilizar a lavagem com vapor.

#### Abrasão ou ataque ácido

Suponhamos que a situação anterior não foi suficiente para a remoção dos produtos entranhados na superfície. Nesta condição, haverá a necessidade de se proceder o lixamento ou desbaste com lixadeiras leves/pegadas, frezagem ou jateamento abrasivo com água ou ataque ácido. Existem equipamentos portáteis, do tamanho de uma lixadeira, que jateiam areia grossa ou bilhas de aço, com aproveitamento ou reciclagem do material abrasivo sem produção de pó (Recuperar nº4).

O propósito do ataque abrasivo (ou ácido) é a remoção da nata de cimento, eflorescências e outros contaminantes não oleosos, de modo, também, a abrir ou descobrir todo e qualquer buraco existente sob a superfície caracterizada desta forma, além de dar aquela textura apropriada para uma excelente adesão da pintura de proteção. Genericamente falando, a superfície do piso de concreto após uma preparação adequada deverá ser compatível com a textura de uma lixa média.



Trincas, após a abertura em "V", poderão ser calafetadas com epóxi semi-rígido.

Se os agregados graúdos (pedra) ficarem visíveis é sinal de que desbastou-se demais a superfície. A superfície padrão poderá ser comparada a uma lixa 40 até a nº 80. Se for utilizado um jateamento de areia na preparação, não deverão ser utilizadas pressões superiores a 5kg/cm<sup>2</sup> na ponta do canhão. Na verdade, este tipo de jateamento não passa de um simples "brush off", isto é uma limpeza bem superficial. Após este serviço deverá ser feita uma varredura e a seguir utilizar-se aspirador para a remoção das partículas entranhadas. Caso se utilize areia de praia, dever-se-á proceder a lavagem e a posterior checagem do PH.

Uma vez totalmente limpa a superfície, proceder-se-á uma análise minuciosa de busca a imperfeições do tipo protuberânci-

as, fissuras e trincas. Os reparos deverão ser feitos com massa, o mais compatível possível com o concreto do piso.

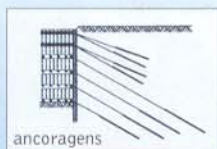
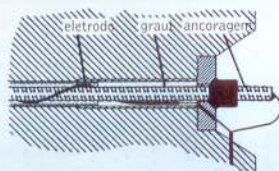
O ataque ácido também é utilizado para remover a nata superficial. No entanto, seu objetivo principal é propiciar boa condição de aderência entre a superfície e pintura. Normalmente, utilizam-se soluções de ácido fosfórico, muriático, sulfônico ou cítrico. O ácido muriático (hidroclórico) reage rapidamente e deixa resíduos de sais de cloretos que é difícil de remover e poderá causar problemas com a película de pintura. Quando trabalhar com ataque ácido proteja o pessoal com óculos e máscaras, além de luvas e botas adequadas. Novamente queremos chamar a atenção para o fato de que a superfície lavada com ácido será removida para os ralos, tubulações e, certamente, para algum rio. O ideal é trabalhar com ácido cítrico, pois é biodegradável.

De um modo geral, tanto para superfícies de concreto quanto para metálicas, há a necessidade de prepará-las adequadamente, existindo, para tanto, diferentes tipos de materiais de remoção específicos à natureza de cada contaminante. Embora os equipamentos sejam praticamente os mesmos, na preparação da superfície de concreto e metálicas, a técnica empregada é diferente. Fax consulta nº 212.

#### Referências

- Carlos Alberto Monge é Engº Civil e especialista em serviços de recuperação.
- Jordan J.A. Jr. "the idiot fator in coatings technology". Paint and coatings industry.
- Parker, D.H. "Principles of surface coating technology".

## VETEK V2000



### O SISTEMA QUE MONITORA A CORROSÃO TECNOLOGIA DE PONTA NO CONTROLE DA CORROSÃO

Com o eletrodo medidor VETEK V2000 é possível monitorar a presença de corrosão em obras novas e nas existentes, tanto em estruturas protendidas quanto nas de concreto armado

- permanente e passivo
- barato
- elimina a incerteza do desconhecimento
- especialmente indicado para instalação em estruturas com ambiente marinho e industrial

**O VETEK pode ser usado em tirantes, serviços de ancoragens, pontes, edificações, etc.**

# PROTEGENDO O CONCRETO CONTRA SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AGRESSIVAS

Ana Carlota B. dos Santos



Reservatórios e equipamentos industriais de processamento químico do tipo tanques, vasos, tubulações e válvulas normalmente são assentados sobre pisos de concreto.

De um modo geral, é comum proteger-se o concreto destes pisos, com duas imposições. A primeira é de origem governamental, precisamente de órgãos de controle ambiental do tipo FEEMA, que obriga as indústrias a proteger o solo e o lençol freático de contaminações perigosas. Como de antemão reconhece-se que o concreto tem natureza porosa, é degradável quimicamente, e acima de tudo, não tem características impermeabilizantes, procura-se protegê-lo com pintura.

A segunda, é tipicamente interna e do interesse da direção da indústria, em proteger seu patrimônio contra a ruína precoce do concreto armado ou da estrutura metálica que serve de base aos seus tanques e equipamentos. Assim, lajes ou pisos onde há processamentos, basês de bombas e de tanques, paredes de reservatórios, pequenos canais por onde passam líquidos agressivos e áreas onde há carregamento e descarregamento, normalmente são revestidas com pintura de proteção específica para o ambiente industrial.

### **Pintando ou revestindo. A seleção.**

Há quatro fatores principais que ditam a seleção da pintura de proteção. Exposição química, compatibilidade com o substrato,

condições de aplicação e tipo de exposição. Neste artigo destacamos cada um destes fatores e descrevemos as vantagens e limitações dos materiais mais comumente usados contra a exposição química.

### **Exposição Química**

Pinturas e revestimentos de proteção devem obedecer a determinados critérios de seleção, de modo a obter uma performance mínima obrigatória. Na realidade, por mais que um produto possa ter excelente performance de proteção, não resolverá todos os problemas que existem em determinadas indústrias. Queremos dizer que é bastante comum termos ácidos concentrados, materiais alcalinos e substâncias orgânicas cloradas, todos ao mesmo tempo, atacando uma mesma área protegida, seja ela de concreto armado ou metálica. Estas substâncias químicas ou propriamente suas misturas orientarão para a escolha do material de proteção a ser usado.

### **Compatibilidade com o substrato**

O segundo fator que deve ser examinado para a seleção do melhor material de proteção é a sua compatibilidade com o substrato, seja concreto ou estrutura metálica.

Materiais que têm excelente resistência química, mas que não dão uma boa adesão ao substrato não devem ser escolhidos. Em ambientes industriais muito agressivos, após a ruptura da película de proteção, teremos a ruína acelerada do substrato. Certos produtos, após aplicação, retraem

excessivamente durante sua cura, tensionando a superfície. Adicionalmente, poderá haver grandes diferenças entre os coeficientes de dilatação térmica do material de pintura e de sua base, o que será perigoso durante ciclos térmicos bem definidos. Fato é que, se existirem tensões na interface devido a retração, certamente teremos o descolamento do material de proteção.

A condição da base de aplicação do material de proteção é de extrema importância. O concreto deverá estar suficientemente curado e descontaminado, da mesma forma as superfícies metálicas que deverão estar limpas e também isentas de contaminantes (ver Recuperar nº 18).

Existem equipamentos extremamente simples que detectam a presença de contaminantes do tipo íons cloretos e sulfatos, poeira, etc, na superfície a ser protegida. A existência destes contaminantes na superfície simplesmente destruirá, em um prazo bastante reduzido, a película do polímero de proteção, pela formação de bolhas, furos, reação química com o material contaminante e o próprio descolamento.

### **Condições de aplicação**

É triste acreditar que, freqüentemente, executa-se a aplicação do material de proteção em condições inferiores à ideal, o que só é percebido após o início dos serviços. Há aquelas situações em que se aplica uma pintura de proteção num piso de concreto muito úmido, freqüentemente em situações abaixo do nível da rua, devido

# Vantagens e desvantagens de várias resinas termoeestáveis

Resina	Resistência química		
	Favorável	Pobre	Características físicas
epóxi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• álcalis</li> <li>• ácidos fracos</li> <li>• alguns solventes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ácidos fortes</li> <li>• oxidantes</li> <li>• solventes fortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excelente adesão</li> <li>• retração contínua</li> <li>• alta resistência</li> <li>• fácil de aplicar</li> </ul>
epóxi híbrido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ácido sulfúrico com 95%</li> <li>• cáusticos com 50%</li> <li>• muitos solventes, incluindo-se solventes organo-clorados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oxidantes</li> </ul>	idêntico aos epóxios convencionais com grande resistência ao calor
poliéster (ácido bisfenol fumárico)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ácidos fracos</li> <li>• alvejantes</li> <li>• álcools</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• solventes</li> <li>• ácidos fortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• retração significativa</li> <li>• pouca flexibilidade</li> <li>• cura com sensibilidade à umidade</li> <li>• altas resistências</li> </ul>
éster vinil	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ampla gama de ácidos e álcalis</li> <li>• alvejantes</li> <li>• oxidantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ácido sulfúrico concentrado</li> <li>• solventes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• retração significativa</li> <li>• alta resistência</li> <li>• dureza</li> <li>• cura com sensibilidade à umidade</li> </ul>
fenólicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ácidos fortes</li> <li>• solventes clorados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• álcalis</li> <li>• oxidantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alta resistência ao calor</li> <li>• catalizado a ácido</li> </ul>
furano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ácidos</li> <li>• solventes clorados</li> <li>• álcalis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oxidantes</li> <li>• alvejantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alguma retração</li> <li>• alta resistência ao calor</li> <li>• catalizado a ácido</li> </ul>

a proximidade do nível freático. A maioria do produtos que utilizamos não cura eficientemente em condições assim.

## Tipos de exposição

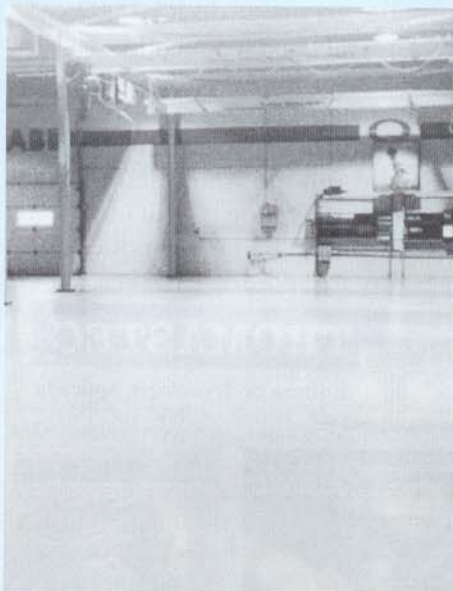
O quarto fator, e o mais crítico por sinal, é quando o produto, após a aplicação, fica em contínua imersão. Um exemplo desta situação são aquelas valetas por onde circulam determinados produtos químicos. Uma outra exposição muito crítica são as regiões ao redor de equipamentos que produzem respingos de produtos freqüentemente corrosivos.

## Materiais termoeestáveis

Existe uma série de tintas e revestimentos, próprios para proteção de pisos, paredes e peças de concreto, todas elas baseadas na química dos polímeros termoeestáveis. Como esta matéria aborda apenas materiais usados em regiões industriais de muita agressão, de imediato observamos que, devido a natureza do concreto, para aquelas situações onde há tráfego constante ou zonas de exposição a produtos cáusticos, a aplicação de uma película relativamente fina (menores que 500 micrômetros) de um produto de proteção é acompanhada de insucesso, já que sua ruína é iminente.

## Epóxios

Todos sabemos que o epóxi é utilizado, há décadas, para proteger superfícies de concreto, particularmente pisos industriais.



Antes da aplicação da pintura de proteção deve-se verificar a presença de contaminantes, gradiente de umidade e o PH.

Seu poder de resistência varia significativamente de acordo com o ambiente em que é aplicado e a temperatura de cura ao qual é submetido. De um modo geral, os epóxios convencionais, particularmente os curados com poliamidas e poliaminas, oferecem excelente resistência a álcalis, muitos ácidos monoxidantes, sais e alguns solventes. Por outro lado, oferecem pouca resistência à maioria dos ácidos orgânicos, ao ácido sulfúrico com altas concentrações, produtos oxidantes e solventes clorados. Os epóxios tradicionais têm uma excelente característica de adesão e podem ser formulados para terem um mínimo de retração. Os casos de ruína de películas de epóxi, quase que invariavelmente em

ambientes químico-industriais, são causados pela concentração de substâncias agressivas acima do recomendado ou, menos freqüentemente, por causa de pequenos recalques devido ao solo de fundação e altas variações do ciclo térmico. Geralmente deve-se aplicar o epóxi em superfícies secas, muito embora existam formulações de última geração que são insensíveis à umidade. Obrigatoriamente deve-se a checar o gradiente de umidade entre solo/piso/ambiente.

As deficiências da química do epóxi padrão foram largamente superadas pelos epóxios híbridos, polímeros orgânicos termoeestáveis que, entre outras vantagens, oferecem resistência a ácido sulfúrico com 98% e materiais cáusticos (básicos) com

## NORTORF

### LOCAÇÃO E VENDAS



- Compressores de Ar Diesel ou Elétricos
- Geradores de Força e de Solda a Diesel
- Ferramentas Pneumáticas
- Rompedores de Concreto
- Máquinas de Jato de Areia
- Perfuratrizes de Rocha
- Bombas Elétricas Submersas

- Vibradores de Concreto Elétricos ou Pneumáticos
- Compactadores Pneumáticos Elétricos e a Gasolina
- Betoneiras
- Martelotes Industriais Bosch
- Assistência Técnica e Reforma de Compressores / Geradores



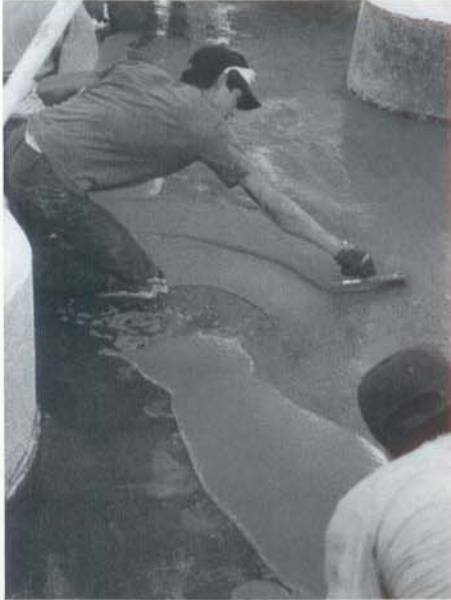
**(011) 7924-0233**  
**7924-0200**

R. Ladislao Reti, 825  
 Cotia SP - CEP 06700 000  
**Fax: (011) 493-5657**

50% que estejam atuando numa mesma área de processamento. Os epóxis híbridos também oferecem excelente resistência a solventes.

### Poliesters e éster vinílicos

Os poliesters bisfenol fumaricos têm excelente resistência à maioria das substâncias agressivas existentes nos ambientes químico-industriais. Excedem os éster vinílicos,



A aplicação de uma resina sobre outra existente deverá ser precedida de uma análise de compatibilidade (ver tabela ao lado e a da página 25)

pois resistem a ácidos oxidantes, substâncias tremendamente agressivas, que atacam a maioria das resinas utilizadas como protetores. Como os poliesters, não devem ser utilizados em lugares onde há ácido sulfúrico concentrado e solventes fortes. O processo de cura de ambas é sensível à umidade só devem ser aplicadas em superfícies secas. O teste de umidade é obrigatório.

### Fenólicos

A química dos fenólicos tem vantagens e desvantagens. Resistem muito bem a ácidos fortes e aos solventes clorados, como o cloro de metileno e o dicloro de metileno. Em contrapartida oferecem pouquíssima resistência à maioria dos materiais fortemente alcalinos. A obtenção de uma cura completa, à temperatura ambiente, com manutenção da estabilidade dimensional da película era, até bem pouco, tempo impossível. Há, agora, no mercado, o chamado concreto polímero fenólico que não retrai e tem um coeficiente de dilatação térmico basicamente igual ao do concreto padrão (compatibilidade = durabilidade). Logo, é bastante recomendado para revestir locais onde há

ácidos fortes e solventes clorados.

### Furanos

Os furanos têm o mesmo poder de resistência dos fenólicos, com a vantagem de que também resistem muito bem a substâncias muito alcalinas.

Quando utilizado como revestimento, seu trabalho de retração, durante a cura, precisa ser bem controlado, já que não é incomum haver surgência de pequenas fissuras.

As resinas furânicas são particularmente indicadas para aplicação em peças pré-moldadas de concreto, onde o processo de cura é completo, já que é executado dentro de usinas bem montadas.

### Outras considerações

A resistência química e a performance da pintura de proteção ou revestimento podem ser afetadas por outras considerações, independente de qualquer que seja o tipo de polímero empregado. A experiência da empresa de aplicação é fator chave na performance futura de uma pintura de proteção ou revestimento. As tintas e os revestimentos vendidos no mercado vêm em embalagens pré dimensionadas de modo que qualquer problema na dosagem poderá afetar a qualidade do material aplicado sendo, portanto, muito importante ler atentamente as instruções do fabricante. Além portanto da dosagem, dever-se-á proceder a uma perfeita cura para a película aplicada, sem o que poderá haver o comprometimento do produto final.

Certas substâncias agressivas, próprias de ambientes químico-industriais, não somente podem afetar a película da pintura de proteção ou revestimento, como também atacar os agregados, a argamassa e a própria armadura do concreto. Um exemplo disto é que não se deverá utilizar agregados silicosos no concreto, quando houver ataque por ácido hidrófluórico. Há aquelas situações, como comentamos no início desta matéria, em que há um conjunto de substâncias químicas atuantes em um mesmo local da indústria e que, logo, não poderá ser protegido com o mesmo polímero. Este problema poderá ser resolvido isolando áreas específicas para cada substância agressiva. Caso não se consiga esta providência, muita atenção deverá ser dada para aqueles locais, de preferência com um bom trabalho de manutenção, de modo a prevenir o colapso de todo o sistema de pintura protetora e base suporte.

O projetista que irá especificar ou a empresa que fará o orçamento de

### Coefficientes de dilatação linear de substratos utilizados como base de aplicação

Substrato	cm/cm/°C
ABS - Estireno butadieno acrilonitrilo	954x10-7
Acetonas	81x10-6
Acrílicos	72x10-6
Alumínio	234 x 10-7
Latão	18x10-6
Alvenaria	54x10-7
Concreto	144x10-6
Cobre	171x10-7
Epóxi	45x10-6
Vidro	86x10-7
Ferro fundido	108x10-6
Chumbo	288x10-7
Nylon	81x10-6
Fenólicos	72x10-6
Emboço	9x10-5
Policarbonatos	117x10-6
Poliestireno	648x10-7
Elastoméricos de poliuretano	18x10-5
Aço carbono	144x10-6
Madeira (pinho)	504x10-7
Zinco	25x10-7

Nota: Estes valores são válidos para plásticos não reforçados. A estruturação poderá reduzir estes valores de 50 a 70%.

uma obra destas terá pela frente um problema bastante complexo em determinar qual polímero deverá ser usado em cada caso. Sugerimos consultar fabricantes de diversos produtos de modo a obter soluções comuns para cada caso em particular. Fax consulta nº 206. ☎

### Referências:

- Ana Carlota B. dos Santos é química.
- Journal of Protective Coatings and Linings.
- Goodman, S.H. "Handbook of thermoset plastics".
- Weasy, R.C. "Handbook of chemistry and physics".
- Parker D.H. "Principles of surface coating technology".

## 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

# PROBLEMAS NA PINTURA DE PISOS INDUSTRIAIS CAUSADOS PELA UMIDADE. FATOS E FICÇÃO.

Quando a umidade fica retida, certamente haverá problemas na pintura do piso industrial.

Carlos de Carvalho Rocha



É freqüente a ruína de pinturas em pisos industriais pela formação de bolhas ou, propriamente, pelo descolamento da película do substrato. Muitos destes processos de ruína da película de proteção do piso industrial podem ser atribuídos ao vapor d'água ou propriamente à água que sobe através do concreto, vindo do terreno, ficando "presa" pela película impermeável que não "respira". A maioria dos polímeros com 100% de sólidos como os novos epóxis, poliésteres, poliuretanos e os vinil ésteres são considerados como "não respiráveis". Somente alguns tipos destas resinas, com pouca quantidade de solvente, são considerados permeáveis. Pinturas à base de emulsões aquosas são consideradas como "respiráveis". Alguns especialistas procuram deixar claro que esta história de pinturas ou revestimentos que "respiram" é coisa utópica e desnecessária. No entanto, contra fatos não há argumentos. Há um suficiente número de casos em que, comparativamente, com o uso de revestimentos ou pinturas de proteção com suficiente poder de "respiração" há o correto funcionamento da película aplicada.





Como a maioria das novas tintas com 100% de sólidos "não respiram", é necessário verificar a presença de umidade através do piso.

Os problemas acontecem cedo, muito cedo.

Uma concepção errônea que ouvimos, com muita frequência, é o fato da umidade migrar do terreno, através do piso de concreto e exercer pressão suficiente para descolar uma película de tinta bem aderida. A maioria das tintas poliméricas ou revestimentos para pisos industriais, situados acima do nível da rua, conseguem obter boa adesão, algo de 8 a 15kg/cm<sup>2</sup>, quando adequadamente aplicadas, normalmente após a eliminação da porosidade com um protetor penetrante (PP) e sempre sobre um concreto seco.

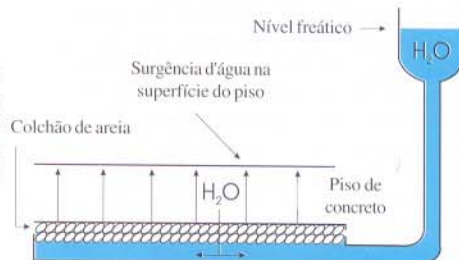
Nenhum dos três mecanismos de migração d'água através do concreto (ver quadro) desenvolve força suficiente para descolar uma pintura ou revestimento que tenha uma resistência ao descolamento de pelo menos 7kg/cm<sup>2</sup>. É difícil de imaginar 6 mca (metros de coluna d'água) sob um piso situado acima do nível da rua, sabendo que cada mca resultaria em uma pressão de apenas 0,6kg/cm<sup>2</sup> nos capilares do concreto. A máxima força exercida pela água,

## COMO A UMIDADE SOBE ATRAVÉS DO CONCRETO

A água ou o vapor d'água pode subir através dos capilares do concreto por uma ou pela combinação de três situações.

### Fluxo hidrostático

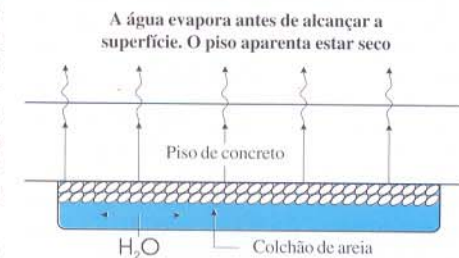
Se o piso de concreto está situado abaixo do lençol freático poderá haver surgência d'água no piso. Num piso de concreto saturado, a força que viabilizará aparecer um fluxo d'água à superfície dependerá da diferença de altura entre o piso e o lençol freático, da espessura da laje e do tamanho/continuidade dos capilares.



### Ação Capilar

Mesmo que não haja fluxo hidrostático, o simples contato da água com a superfície inferior do piso fará com que a mesma suba, através do concreto, por ação capilar. A distância entre estas forças capilares, que assessorará a água através do concreto, dependerá do tamanho e da continuidade dos capilares. Uma vez próxima à superfície, a água evaporará para a atmosfera, antes que se torne visível. A taxa de evaporação dependerá da umidade relativa nos capilares próximo à superfície que, por sua vez, dependerá da umidade relativa acima do piso.

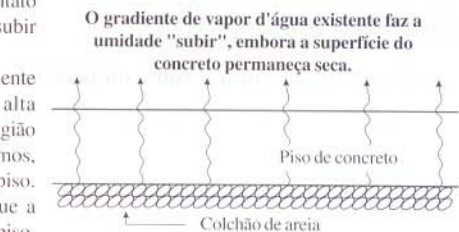
A menos que a umidade relativa do ar, acima do piso, esteja próximo de 100%, sua superfície aparentará seca, motivada pela evaporação, mesmo considerando que, de forma contínua, grandes quantidades de umidade estejam passando através do piso.



### Transmissão de Umidade

Mesmo que a água, na forma líquida, não esteja em contato com a região inferior do piso, o vapor d'água poderá subir pelos capilares do concreto.

Este mecanismo é um processo de difusão frequentemente chamado "transmissão de vapor". Se existir uma alta concentração de vapor d'água (umidade relativa alta) na região inferior do piso, maior do que na atmosfera acima, teremos, por seus capilares, uma corrente de umidade através do piso. Este movimento será contínuo até o momento em que a concentração do vapor d'água existente no ar, acima do piso, se iguale à concentração abaixo do mesmo. Frequentemente se observa este fenômeno quando levantamos um tapete de borracha liso, bem apoiado em pisos de concreto. O piso sob o tapete, normalmente apresenta-se escurecido e úmido, muito embora o piso, no contorno, esteja seco.



que migra por ação no capilar, varia somente de 1 a 1,5kg/cm<sup>2</sup>.

Com estas informações, está aparente que películas de tintas ou revestimentos que tenham

# OCEANIC

## OCEANIC - Serviços Submarinos



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

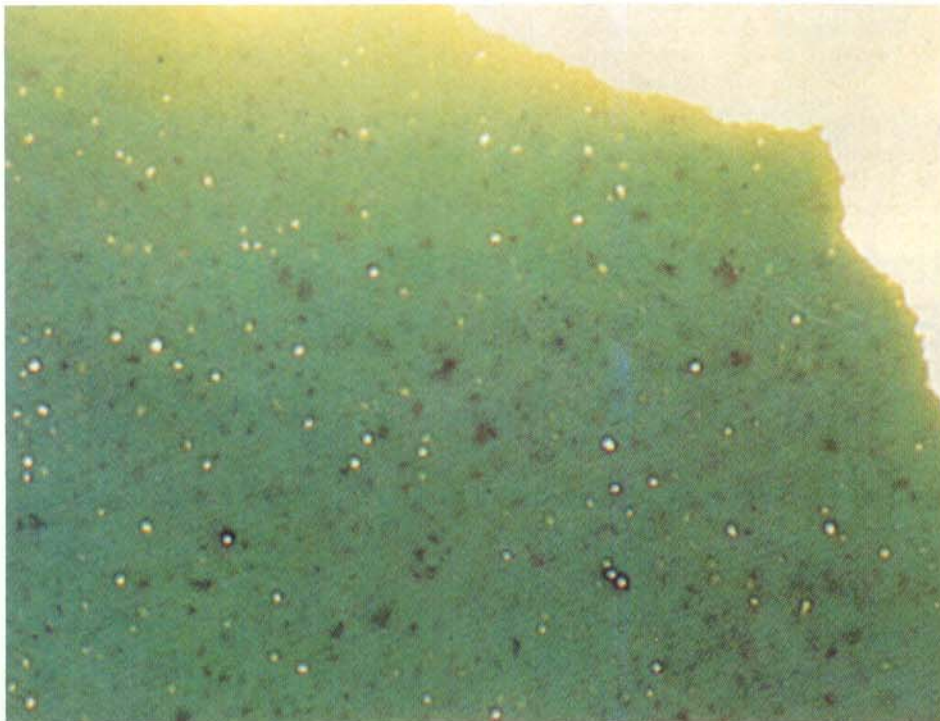
Rua Caiubi, 324/14 - Perdizes - 050010-000 - São Paulo/SP  
Fones: (011) 931-5164 e 864-0094 • Fax: (011) 262-5411

tido problemas com a umidade ascendente, jamais, na verdade, tenham tido boa adesão ao concreto. Então, por que algumas películas de tinta aparentam perfeitamente aplicadas e, após alguns meses, começam a apresentar bolhas e perder pedaços do filme? A resposta é que as pinturas podem aparentar terem sido bem aplicadas mesmo tendo baixas resistências de colagem com, por exemplo, valores entre 0,05 e 0,20kg/cm<sup>2</sup>.

Existe uma grande diferença entre realizar todos os esforços possíveis para obter a melhor adesão da película e, simplesmente, proceder a aplicação do filme sem que haja qualquer ação sobre o mesmo. Devemos pensar seriamente naquela situação da pintura que comporta-se maravilhosamente bem por seis meses e, de repente, começa a apresentar problemas, "não pela empresa que aplicou" e sim pela subsequente migração de umidade pelo concreto. É mais provável que a película, mal aderida tenha ficado sujeita a forças que não tinham condições, de imediato, criar problemas mas que, na verdade, serviu de berço a uma "boa" aderência, durante a aplicação. Infelizmente, prezado leitor, não é possível saber, com exatidão, se uma película de pintura ou revestimento ficou bem aderida, a não ser que se realizem testes de arrancamento (ver Recuperar nº 7), imediatamente após seu processo de cura. Devemos entender que se uma película aplicada não produz problemas sérios de empolamento (bolhas) ou descascamento (perda de aderência), certamente sua ruína só ocorrerá quando houver tráfego pesado ou for submetida a uma análise bem crítica.

### Como a umidade causa a ruína da película

A umidade aprisionada sob o piso de concreto situado acima do nível da rua, pode ocasionar a ruína de uma pintura de duas maneiras:



Ruína do piso epóxico devido a surgência de pequenos furinhos e bolhinhas causadas pela transmissão de umidade pouco tempo após a aplicação. A película começará a soltar em forma de pequenas placas.

- Impedindo que a película obtenha sua cura adequada.
- Exercendo na película, ainda em estado de cura, uma força superior ao seu nível de resistência que ainda é muito tenro durante este processo. Na verdade, esta força impede que haja aquele contato total da película sobre a superfície, necessário para se obter uma forte aderência.

### Impedindo a cura da película

Qualquer contato da umidade com o filme de pintura impedirá que haja, de forma completa, o processo de cura química total necessário ou, simplesmente, o retardará, certamente criando seqüelas. A película de pintura que sofre este tipo de dano é facilmente removida do piso pelo fato de que, no lado em contato com o substrato, perde-se a propriedade de adesão, ficando um tanto pegajosa. Pinturas com esta patologia podem apresentar um odor, facilmente percebido, de apenas um dos componentes da tinta aplicada. Adicionalmente, poderão existir muitas bolhinhas (normalmente com diâmetro menor que 5mm) juntas uma das outras.

### Cura adequada, mas com pouca aderência

Algumas tintas curam adequadamente ou completamente em presença de película d'água, mas não obterão, sob certas condições de umidade, uma boa adesão na superfície do concreto. Na verdade, qualquer força estranha, por menor que seja, criará problemas com a película recém aplicada. Recentemente, foram executadas experiências na indústria de pisos vinílicos e, mais recentemente com tintas e revestimentos epóxicos e de uretano, próprios para pisos, demonstrando que uma taxa de transmissão de vapor superior a apenas 150g d'água em 1m<sup>2</sup>, durante um período



Freqüentemente são usadas tintas epóxicas em pisos industriais. Para evitar a ruína precoce da película é necessário proceder a um minucioso trabalho de preparação do piso e a aplicação de uma tinta com 100% de sólidos.

de 24 horas, pode exercer pressão suficiente para interferir e comprometer o desenvolvimento da aderência do material aplicado. Desta forma, a película ou o revestimento aplicado é facilmente removido com uma simples espátula, já que o seu lado inferior, invariavelmente, apresentar-se-á seco e duro. Neste caso, as bolhas ou o empolamento da película poderá ser grande, variando de meio milímetro a vários centímetros de diâmetro, bem diferente daqueles casos onde se desenvolve a cura inadequada da película. Se as bolhas (ou o empolamento) forem visíveis, certamente poderá haver água, com alguma pressão, sob as mesmas e, ao furá-las haverá esguicho.

### Reconhecendo o problema: apenas superfície seca não é suficiente

Se houver pressão hidrostática fazendo migrar água ou vapor através do piso de concreto, sua superfície aparecerá úmida e, certamente, a empresa que irá aplicar a pintura de proteção terá que tomar providências, antes de iniciar os serviços. Deve ficar bem claro que, quando houver ação capilar ou gradiente de vapor, a água permeia através do piso de concreto e, antes que chegue à superfície, há a evaporação da resina. Logo, a superfície estará aparentando aquela situação de seca e, de fato, estará seca. Neste

**PISOS INDUSTRIAIS**  
DE ALTA RESISTÊNCIA

**PRECISAO LASER**  
18 anos, de maior qualidade

**CONCRETO**

**DUROX** (011) 6101-0088  
FAX: (011) 6101-0997



**“Converse” com o piso antes de aplicar uma resina em pisos industriais. Você poderá estar cobrindo um sem número de problemas que culminarão na ruína da película.**

caso, qualquer medidor de umidade portátil poderá detectar, precisamente, o teor de umidade próximo à superfície e, com isso, evitar um sério problema. Para quem não sabe, estes práticos instrumentos não conseguem, entretanto, medir o teor de umidade existente no concreto após a aplicação da película de tinta ou revestimento, mesmo porque também a água já não consegue evaporar da superfície do concreto.

Após a aplicação da película, a pressão e a concentração de vapor nos capilares, próximos à superfície, aumentam rapidamente. A pressão de vapor pode exercer uma força vertical para cima na película interferindo naquele contato íntimo com a superfície, comprometendo o trabalho de boa aderência que está acontecendo. Mais, a concentração de vapor pode ultrapassar aquele nível de descomprometimento que existe sob o piso, alcançando-se uma condição de saturamento. Isto pode interferir com a cura daquelas tintas sensíveis à umidade, ocorrendo uma fraca aderência ou, simplesmente, ausência total entre a película e a superfície.

Um teste bastante simples e padronizado para detectar a migração de umidade através de pisos de concreto, antes da aplicação da pintura de proteção, é o “método padrão para detecção de umidade pela lona de plástico”, ASTM D 4263. Trata-se de um teste qualitativo que mostra a presença de umidade ascendente, não evidenciando a taxa através da qual a água está passando pelo concreto do piso. Este teste é feito estendendo-se uma lona plástica de polietileno com 100 micrômetros de espessura, tendo uma dimensão de 45 x 45cm, sobre a superfície, vedando-se as laterais com uma fita crepe com 5cm de largura. Espere pelo menos 16 horas para retirá-la. Se houver umidade ascendente, a superfície do concreto aparecerá úmida ou molhada.

A Associação Norte Americana de Fabricantes de Borracha desenvolveu um teste qualitativo bastante interessante para a indústria de pisos vinílicos que mede a taxa de transmissão da umidade. Paralelamente, a ASTM também desenvolveu sua própria versão que, basicamente, se assemelha ao citado acima.

Este teste envolve a colocação de um pó dissecante. No caso, o cloreto de cálcio, em um prato sob a lona de polietileno previamente la-

crada nas laterais. O teste tem uma duração mínima de 60 horas, medindo-se previamente o dissecante, antes e após o teste, com a absorção da água ou umidade. Considerando a área sob o polietileno e o tempo de exposição, a taxa de transmissão de vapor é calculada em gramas de água por centímetro quadrado, num período de 24 horas. O kit para este teste está disponível no mercado nacional, através do fax consultivo nº 198.

### Evitando o problema

É comum, antes de se proceder a concretagem do piso industrial, assentar-se sobre o terreno, previamente preparado, uma lona plástica no intuito de interromper a migração de umidade ou propriamente da água do terreno para o concreto (veja Recuperar nº 15). Esta membrana plástica é usualmente coberta com areia ou brita, não deixando o concreto ficar em contato com a mesma. Durante o processo trabalhoso de concretagem é comum perfurar-se a lona, inviabilizando todo o intuito de impedir a penetração do vapor d'água ou propriamente da água, através do concreto. Na verdade, esta lona plástica não pode ser considerada uma impermeabilização e, portanto, não pode ser responsabilizada por problemas que ocorram na pintura de proteção quando houver sintomas de umidade ascendente.

Toda e qualquer pintura a ser aplicada sobre um piso de concreto, sujeito a umidade ascendente, deverá ser checada quanto ao seu poder de “respiração”, o que é bastante incomum entre nós, pelo fato de que não são conhecidas marcas de tintas nacionais com esta propriedade. Com todos os conhecimentos que dispomos hoje não é prudente aplicar uma pintura que não “respire” sobre um piso de concreto sujeito a umidade ascendente, sem que se cheque seu poder de transmissão. Fato é que, após a execução de um piso de concreto e o reconhecimento de que há umidade ascendente, há diversas maneiras de se combater o ataque da mesma sobre a futura pintura de proteção do concreto.

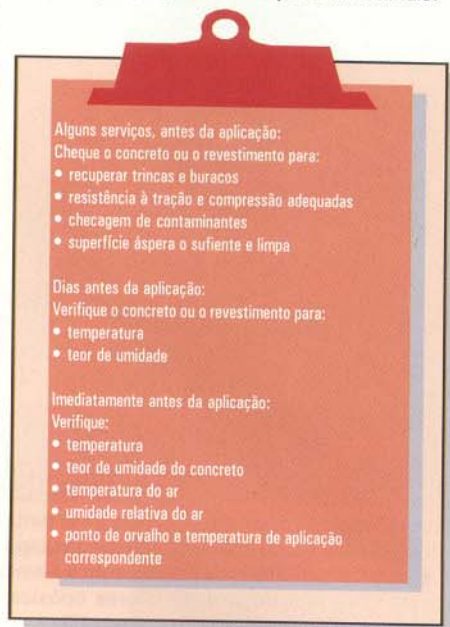
### Use uma pintura que “respire”

Efetivamente é a melhor estratégia que se dispõe, muito embora não tenha suficiente resistência contra agentes químicos corrosivos e também não proteja a superfície da penetração d'água da mesma forma que uma pintura que não “respira” (impermeável).



**O kit que verifica a taxa de transmissão de umidade aplicado em um piso.**

**Dados que deverão ser checados, antes da aplicação da pintura em pisos industriais.**



### Controle o ar condicionado

De um modo geral, o ar condicionado diminui a umidade relativa acima da superfície do piso e, certamente, aumenta o gradiente de umidade entre o lado inferior e o superior do piso. Este fato aumenta a probabilidade de dano na pintura de proteção, causado pela transmissão do vapor d'água.

### Evite o contato com o sol

Quando o sol entra em contato com um piso de concreto executado em uma área coberta e/ou enclausurada através de janelas, há o aquecimento de sua superfície, desenvolvendo uma pressão de vapor d'água em seus capilares e, portanto, armando um gradiente de pressão de vapor. Para evitar este problema, aplique uma pintura ou um filme daqueles de colar nas vidraças, de modo a formar um anteparo. Esta medida é, particularmente, obrigatória nos meses mais frios (junho a setembro).

### Use protetores penetrantes (PP) ou primers de cura rápida

Alguns protetores penetrantes (PP), especialmente os epóxis, podem promover uma aderência rápida, com penetração no substrato, promovendo uma excelente ancoragem, antes que determinada quantidade de umidade ou pressão de vapor possa subir, de modo a interferir em sua performance.

É bastante recomendável usar PP's de cura rápida para pisos sobre terrenos ou sujeitos a qualquer processo de umidade.

### Aplique membranas semi-permeáveis

Se a taxa de transmissão de umidade (TTU) é maior do que 1,5kg por cada metro quadrado por 24 horas, é bastante estratégico aplicar uma membrana semi-permeável e que “respire” na superfície do piso, de modo a reduzir esta taxa. Este tipo de pintura é à base de cimento portland,



A resistência à tração da superfície a ser pintada pode ser medida com este pequeno equipamento (ELCOMETER), de acordo com a norma ASTM 4541. A maioria das pinturas epóxicas requerem uma resistência à tração de 15kg/cm<sup>2</sup>.

modificado com látex, aplicada com espessuras que variam de 1,5mm a 3mm. Após a aplicação desta membrana, dever-se-á aplicar um protetor penetrante de cura rápida. Condições de umidade mais complicadas podem exigir a aplicação de injeção de poliuretano hidroativado, de modo a reduzir ou eliminar a TTU.

#### Conclusões

Umidade ascendente em pisos de concreto normalmente impede que a pintura de proteção adquira a adesão necessária, de modo a se estabelecer de maneira eficiente e duradoura. Com o objetivo de se evitar este problema, dever-se-ão executar testes específicos para detectar a existência de umidade ascendente, sua magnitude e extensão, de modo a proceder-se o estabelecimento de estratégias para a aplicação de

#### Temperatura do ponto de orvalho, °C

Temperatura do ar °C	Umidade Relativa (%)						
	40	50	60	70	80	90	100
15	2	5	8	10	12	14	15
18	4	8	10	13	14	17	18
22	7	10	13	15	18	19	21
24	9	13	15	18	20	22	24
26	12	15	18	20	23	25	27
27	14	18	20	23	25	28	29
32	17	20	23	26	29	30	32
35	19	23	26	29	31	33	35
38	22	25	28	31	34	36	38

O ponto de orvalho é a temperatura do substrato na qual a umidade do ar começa a condensar no substrato. A condensação da água no substrato conduz a problemas de adesão, bolhinhas e furinhos na película. Para evitar isto, aplique a pintura no substrato apenas quando sua temperatura for 5°C superior à temperatura do ponto de orvalho. Por exemplo, se a temperatura do ar for 32°C e a umidade relativa for 80%, usando a tabela encontraremos 29°C para a temperatura do ponto de orvalho. Agora meça a temperatura do substrato. Se a temperatura da superfície for 35°C poder-se-á aplicar a pintura.

uma correta pintura de proteção. Fax consulta nº 210.

Magnaflux Corporation.

5 - ACI SP-108, Permeability of Concrete, American Concrete Institute.

7 - Robert W. Gaul, Chemco Systems Inc.

#### Referências

- 1 - Carlos de Carvalho Rocha é engenheiro Civil, especialista em serviços de recuperação.
- 2 - P.W. pye and W.J. Warlow, "Osmosis as a Cause of Blistering of In Situ Resin Flooring on Wet Concrete," Magazine of Concrete Research.
- 3 - P.C. Hewlet, "Methods of Protecting Concrete - Coatings and Linings," Protection of Concrete, Proceedings of the International Conference, University of Dundee, Scotland, UK.
- 4 - C.E. Betz, Nature and Properties of Penetrants,

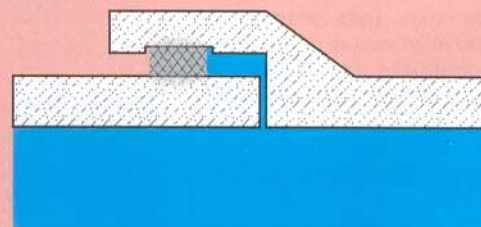
Se você tem este problema

Gaxeta de borracha tradicional em sistemas macho/fêmea



Gaxetas comuns de borracha deixam passar água devido ao movimento da galeria, em função da acomodação do terreno.

Com BEIJU você deixa de ter



O contato com a água faz o BEIJU expandir, pressurizando a junta, penetrando parcialmente nos poros do concreto. Juntas de concretagem, juntas frias de estruturas hidráulicas, paredes diafragma, estruturas em contato com o terreno sujeito ao lençol freático necessitam do BEIJU. A borracha hidrófila do BEIJU é fornecida em diversos formatos.

Um produto Asahi Deka Kogyo



ADEKA