

Epóxis

Entenda os segredos desses sistemas fantásticos de modo a saber como, quando e onde aplicá-los.

Michelle Batista



Tintas e revestimentos epóxicos para pisos de concreto, de um modo geral, são similares aos sistemas epóxicos usados em estruturas metálicas. Historicamente, nossos sistemas epóxicos ainda vêm acompanhados de solventes o que, efetivamente, compromete a durabilidade da obra executada. Hoje, a Europa e os EUA estão limitando cada vez mais o uso de solventes, seguindo a lei das substâncias orgânico voláteis (SOV's) e, exatamente por esta restrição, há enorme pesquisa em direção às tinta à base d'água. Razão pela qual, já existem excelentes sistemas epóxicos à base d'água.

As tintas e revestimentos epóxicos utilizados em pisos variam de primers penetrantes, passando por sistemas auto-nivelantes, sistemas viscosos aplicados na desempenadeira ou através de alisadores mecânicos (bambolês), sistemas anti-derrapantes, revestimentos armados com fibras e, finalmente, pela combinação entre eles. A aplicação destes sistemas poderá ser feito em superfícies secas, quentes, úmidas, molhadas e submersas, pelo fato dos modernos epóxis serem insensíveis à água.

A química do epóxi não é tão complexa, mas é formada por inúmeras variáveis, a começar pelos diferentes tipos de resinas epóxicas que, juntamente com os diferentes tipos de agentes de cura, dão aos sistemas formados um sem número de performances específicas para cada situação. Possuindo reduzidíssimo processo de retração durante o seu tempo de cura, comparativamente a outros sistemas, praticamente não desenvolvem ten-

Continua na pág. 6



Existe um sistema epóxico para cada aplicação. Os trabalhos de análise e preparação do piso são tão importantes quanto o sistema epóxico a ser aplicado.



Revestimentos epóxicos exigem o uso de alisadores mecânicos (bambolês)...



...pois a qualidade do serviço final é bem superior ao acabamento manual.

As resinas epóxicas

sões na película que possam conduzi-la ao descolamento. Resistência mecânica e química são outras características que conferem uma nobre performance à película formada. Para tanto, considerando os diferentes tipos de resinas epóxicas e agentes de cura, tornar-se-á necessário ao engenheiro ou técnico escolher os produtos adequados à sua necessidade, naturalmente com as restrições impostas. De forma complementar, poder-se-á necessitar da introdução de agregados do tipo areia de quartzo com diferentes granulometrias, assim como optar-se pela introdução de fibras sintéticas de alta resistência à tração, com o objetivo de se "armar" o sistema. Discutiremos, a seguir, a melhor escolha para a aplicação em pisos de concreto, sempre considerando sistemas com 100% de sólidos ou com ausência de materiais voláteis em sua formulação.

O sistema epóxico formado por cada resina e cada agente de cura terá características e propriedades peculiares, diferentes de outras combinações. Para tanto, torna-se necessário o conhecimento dos tipos de resinas e agentes de cura existentes. A seguir apresentamos as resinas com as quais caracterizam-se os sistemas epóxicos.

Bisfenol A

Tradicionalmente tem-se usado a resina líquida Bisfenol A nas pinturas sobre pisos de concreto por possuir boa resistência química e propriedades mecânicas interessantes. Seu processo de cura é feito à temperatura ambiente, mesmo empregando diferentes tipos de agente de cura.

Sua viscosidade limita seu uso quando torna-se importante a introdução de espes-

santes. A redução da viscosidade é feita com a introdução de solventes ou diluentes que, como dissemos, estão bastante limitados pela lei dos SOV's. Entre nós, esta lei ainda não existe, o que nos torna potencialmente sujeitos à ação cancerígena destas substâncias. Existem os diluentes reativos que reagem quimicamente com o sistema, tornando-se parte da película curada, naturalmente eliminando os problemas causados com a evaporação do solvente. No entanto, causam efeitos negativos em sua performance e aumenta a toxicidade do produto.

Por outro lado, no intuito de acrescentar flexibilidade ao sistema, adiciona-se diepóxicos poli gliconados. A quantidade a ser adicionada é bastante limitada, pois interferem na resistência química da película formada, além de reduzir sua durabilidade. De um modo geral, quanto mais se reduz a viscosidade da Bisfenol A, mais se encarece o preço do sistema.

Bisfenol F

A resina Bisfenol F tem duas grandes vantagens sobre a Bisfenol A. A primeira é sua baixíssima viscosidade. A Segunda é que, quando empregada com agentes de cura ou endurecedores específicos, ela se torna extremamente resistente a ataques químicos, particularmente ao ácido sulfúrico concentrado e aos solventes muito agressivos. Naturalmente, custam mais caro que a Bisfenol A. O uso de diluentes com esta resina é crítico porque interfere nas propriedades de sua performance.

Continua na pág. 8

CCC-100

ENDURECEDOR DE SUPERFÍCIES



CCC-100 é um revolucionário produto penetrante, aplicado com água, 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 CCC-100 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 para dar resistência a emboços comprometidos, possibilitando a pintura.

Use CCC-100 para tratar pisos de indústrias, depósitos, fábricas, escolas, hospitais, shoppings, garagens, aeroportos, rodoviárias, estádios, frigoríficos, estações de tratamento de água e esgoto, e muito mais.

CCC 100 não é uma pintura. Logo, não arranha ou perde a película.



Resiste a óleos e graxas. Com CCC 100 seu piso parece melhor à medida que o tempo passa.



Marca de pneu? CCC 100 evita estas marcas.

Fax consulta nº 289



É indiscutível a durabilidade dos sistemas epóxicos para pisos de garagens. O uso de primers epóxicos com baixíssima viscosidade é fundamental para o sucesso do serviço.



Para obter-se características antiderrapantes, aplica-se areia, graduada mecanicamente, entre a 1ª e 2ª demãos.

Novolac

É uma resina com grupos reativos mais intensos em sua cadeia química principal, resultando em uma película com interligação mais densa. O resultado é uma resina com resistência química superior.

Combinações de resinas

A combinação de grupos epóxicos com quaisquer outros polímeros promove a surgência de resinas epóxicas funcionais para utilização em situações bem específicas. Os ésteres epóxicos, os diluentes mono e bifuncionais, os silanos epóxicos funcionais etc. são alguns dos exemplos.

Naturalmente, para se obter o melhor sistema, adequado a cada caso, torna-se necessário combinar ou escolher o endurecedor mais adequado. À medida que se melhora a tecnologia de processamento das resinas, e isto está ocorrendo com uma certa frequência, vai se reduzindo o peso molecular das resinas Bisfenol A, F e Novolac, mantendo suas características peculiares, mas com a vantagem da redução de sua viscosidade pelo efeito da diminuição de sua molécula. Os benefícios não param por aí. Obtém-se ainda epóxis de reação mais rápida com pequena quantidade de diluentes especiais no sistema e uma enorme densidade de interligação destas pequenas moléculas, produzindo uma elevada resistência química. Assim poder-se-ão formar as resinas epóxicas acrilatadas, as quais são dosadas com diluentes acrílicos (ácido acrílico) e a bisfenol A. Esta resina epóxica, híbrida, é muito similar (em estrutura) a éster viní-

No Brasil, o uso de epóxis é freqüente em pisos industriais. Os novos epóxis, com 100% de sólidos são aplicados com espessuras de, no máximo, 1000µm.



A mistura dos componentes A e B deverá ser feita com critério, de modo a obter-se a melhor performance para o sistema aplicado.

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 barragens, paredes diafragma, minações d'água em pisos e poços de elevadores, galerias, metrô 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.**





A especificação adequada do sistema epóxico, a análise físico-química do concreto, a preparação das superfícies subdivididas na limpeza e imprimação respondem, juntas, por 50% da qualidade da obra.

lica que, por sua vez, é uma resina formada pela reação da resina epóxica Novolac com o ácido metacrílico, com a inclusão do monômero estireno, que entra como diluente para baixar a viscosidade da resina formada. A resina éster vinílica apresenta resistência química superior às resinas epóxicas simples. Entre as resinas híbridas mais antigas estão as modificadas com ácido ou óleo de alcatrão, formando o epóxi alcatroa-

do, bastante utilizado como impermeabilizante por sua resistência aos sulfetos de hidrogênio, bactérias e fungos. Apresentam baixa resistência a radiação UV e a produtos químicos. Há também as resinas epóxicas modificadas com borrachas sintéticas, como é o caso da inclusão da borracha estireno-butadieno, com o objetivo de flexibilizar o sistema sem comprometer as outras características. Finalizando, existem também os

epóxis à base d'água, representados magnificamente pelas resinas epóxicas Novolac, fenólicas emulsificadas, que também apresentam boa resistência a substâncias cáusticas e alguns ácidos.

Os agentes de cura

Vimos que existem poucas categorias de resinas epóxicas, o que não ocorre com os sistemas de cura que são muitos. É necessário escolher bem o agente de cura, de modo a obter-se o melhor benefício, considerando-se cada situação, pois fará parte da matriz do polímero com reflexo imediato nas características de aplicação e nas propriedades de sua performance.

Poliamidas

Têm excelentes propriedades de adesão a superfícies de concreto e boa flexibilidade. Entretanto, sua resistência química é inferior às demais aminas. Oferece um tempo de cura longo, com reflexos imediatos no pot-life do sistema a ser empregado o que, para a maioria dos serviços, é um problema. Por estas razões e características é comum combinar-se a poliamida com outros agentes de cura, de modo a se melhorar a performance final do sistema epóxico a ser dosado.

Amina Alifática

Possuem boa resistência química e propriedades mecânicas, além de oferecerem baixa viscosidade e uma cura rápida. O problema é com a sua relação de mistura, que é crítica, necessitando-se de muito cuidado para que não se cometa erros na obra. Normalmente são sensíveis à umidade, o que é um problema em se tratando de superfícies de concreto. O fato é que as superfícies de concreto parecem secas, no entanto, devido à sua rede de poros, costumam esconder grande quantidade de umidade que poderá interferir ou inibir a cura do sistema aplicado. A ocorrência do fenômeno da branqueadura durante a cura da película não está descartada, se não forem tomadas providências ou executarem-se testes que possibilitem o conhecimento da umidade em quantidade que prejudique ou que comprometa o serviço. Dever-se-á checar a umidade na superfície através de medidores de umidade portáteis, e o gradiente de umidade

Propriedades Típicas dos Endurecedores

TIPO DE ENDURECEDOR	VISCOSIDADE A 25°C (CPS)	PCR**	GEL*** (MIN.)	GRAMAS/LITRO
Poliamida	4.000 sólido	67	140	970
Amina Alifática	5 - 250	14	25	982
Amina Aduzida ou Aduto	1.000 - 8.000	28	30	1.006
Amina Cicloalifática	50 - 500	50	40	1.006
Amidoamina	250 - 1.000	50	40	982
Amina Polioxipropileno	5 - 50	32	480	946

** Partes em cem da resina.

*** Tempo de formação do gel.



Pisos epóxicos ainda são as melhores alternativas de proteção da superfície do concreto à ação abrasiva da roda de empilhadeiras.

através da superfície do concreto, proveniente do solo, com o medidor TVA-OK.

Amina Alifática Aduzida ou Aduto

Trata-se de uma Amina Alifática bem melhorada, pois sua relação de mistura com a resina não é tão crítica e não há aquela tendência à formação de branqueadura como existe na Amina Alifática simples anterior. Sua viscosidade é bem superior à da Amina Alifática simples.

Amidoaminas

Têm moderada resistência química e, portanto, não devem ser usadas em ambientes críticos. Oferecem boas propriedades mecânicas, isto é, resistência a impactos e à abrasão. Dão flexibilidade ao sistema, bem superior às Aminas Alifáticas. Sua relação de mistura é bastante tranquila. Apresentam pouca resistência ao calor quando aplicadas em superfícies quentes.

Aminas Polioxiopropileno

Tem baixíssima viscosidade e oferecem um processo de cura muito lento. Não tem cor e dão boa característica de molhabilidade à superfície. São comumente empregadas em sistemas epóxicos incolores. Sua resistência química é sofrível.

Aminas Cicloalifáticas

As aminas cicloalifáticas modificadas e seus adutos são os mais versáteis para as superfícies de concreto. Oferecem excelente resistência química, mecânica e térmica. Sua viscosidade varia de baixa a média e seu tempo de cura é de rápido a moderado. Em resumo, são as que oferecem melhores condições ao sistema epóxico, particularmente para uso em superfícies de concreto, razão pela qual são as mais caras. Como dissemos, é comum proceder-se a combinação de agentes de cura, no sentido de se obter melhores propriedades para o sistema formado, específicos a cada utilização.

Os Outros Componentes do Sistema Epóxico a Ser Formado

As resinas e os agentes de cura constituem a maior porção na formulação dos epóxis. Entretanto, dever-se-á acrescentar uma variedade de outros materiais, no intuito de se acrescentar estética ao produto, trabalhabilidade na hora da aplicação, redução do custo e, finalmente, conseguir-se a otimização de suas propriedades físicas, naturalmente com objetivos definidos.

Os Aditivos

Os aditivos mais comuns são os surfactantes (agentes molhantes), os antiespumantes, os agentes de controle reológico e os aceleradores de cura. O grande problema é combiná-los com 100% de eficiência.

Pigmentos, Fillers e Agregados

Pigmentos são usados em epóxis com o mesmo objetivo dos aplicados em tintas comerciais. Fillers e agregados são adicionados com o objetivo de se reduzir o custo do sistema, aumentando-se a estabilidade dimensional pela redução da retração, promovendo-se a durabilidade e a resistência ao desgaste da película. Propriedades físicas e resistência química podem ser melhoradas introduzindo-se fillers apropriados, que obedecem a uma granulometria à semelhança dos agregados que são introduzidos com objetivos anti-derrapantes e para obter-se resistência abrasiva. Nos epóxis aplicados com alisadores mecânicos o agregado pode ter de 75 a 85% em peso do sistema.



Calhas industriais de transferência de substâncias químicas necessitam de epóxis específicos.

Fibras

Nos revestimentos epóxicos sujeitos a tráfego intenso dever-se-á acrescentar sempre fibras com o intuito de se aumentar suas propriedades físicas. Tradicionalmente, usa-se a fibra de vidro como "armadura". Fibras mais nobres, como a de Kevlar, são usadas hoje nos sistemas epóxicos mais sofisticadas, com o objetivo de se aumentar a resistência à tração da película, minimizando o fissuramento, aumentando a resistência a impactos e reduzindo sérios problemas decorrentes de choques térmicos.

As Propriedades Físicas

Dependem essencialmente da resina e do endurecedor utilizado, pois indicam como a pintura ou o revestimento epóxico comportar-se-ão quando aderidos ao piso ou parede de concreto. As propriedades físicas mais importantes são as resistências à compressão, tração e flexão, seguidas do coeficiente de dilatação térmica e retração da temperatura de distorção ao calor. As propriedades físicas do concreto de base e do sistema epóxico a ser aplicado são significativamente diferentes. Exatamente por isso é que dever-se-á sempre considerar a diferença nas propriedades de dilatação térmica dos dois sistemas. O sistema epóxico precisa aderir e permanecer aderido ao substrato. A solução é a minimização deste efeito com o uso de primers com coeficiente de dilatação térmica intermediário entre o concreto e o sistema epóxico a ser aplicado. Outra solução é o emprego de sistemas epóxicos elastoméricos sem sacrifício de outras propriedades.

A seguir apresentamos um resumo das propriedades dos sistemas epóxicos que devem ser checadadas de acordo com a aplicação a ser feita.

Resistência à Flexão e Módulo (ASTM D-790)

Resistência à flexão é a medida da performance do material resistente à ruína, devido a um flexionamento ou dobramento. É normal encontrarem-se valores de 1.000kg/cm² para a resistência à flexão e 25.000kg/cm² para o módulo à flexão (medida da rigidez do polímero) utilizando-se modernos agentes de cura.

Resistência à Tração (ASTM D-638)

É a força que, na ruptura, provoca o rompimento (separação) do material. Excelentes valores de resistência à tração (algo em torno de 700kg/cm²) podem ser encontrados com o uso dos novos agentes de cura.

Resistência a Impactos

A análise da resistência a impacto é feita à luz da norma ASTM G14. Testes efetuados em diversos sistemas epóxicos alcançam valores da ordem de 40cm·kg/cm, considerados como de alto impacto.

Resistência a Choques Térmicos

A resistência que um material tem de não fraturar quando exposto a ciclos rápi-

dos de grandes diferenças de temperatura é um importante atributo em certas aplicações. Novamente aqui, o sistema de cura é fundamental para o sistema epóxico.

Temperatura de Distorção ao Calor (ASTM D-648)

É a temperatura na qual o polímero distorce, quando tensionado e aquecido em condições específicas. Esta é uma importante propriedade que deve ser considerada quando o sistema epóxico ficar sujeito a temperaturas elevadas. Dependendo do sistema de cura empregado, obter-se-á valores superiores a 130°C.

Resistência à Compressão (ASTM D-695)

É a força necessária para comprimir e fraturar um material. É comum encontrarem-se valores da ordem de 3.000kg/cm² em alguns sistemas epóxicos com adequados agentes de cura.

Adesão

Há dois testes que medem a propriedade de adesão de um sistema epóxico – o teste de resistência à tração com cisalhamento (ASTM D-1002) e o da resistência ao arrancamento, medido pela norma ASTM D-1876. Pode-se encontrar valores da ordem de 250kg/cm² para a resistência de tração com cisalhamento e 3kg/cm² para a resistência ao arrancamento nos modernos sistemas epóxicos.

**Você
Deseja
Isto em
Seu Piso
Epóxico?**

Não Arrisque.
Use

TVA-OK

Manchas, bolhas, deslocamentos. Enfim, a ruína do piso epóxico que você aplicou não faz muito tempo. Por que? O problema 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-OK), conforme recomenda a norma ASTM. Sem o TVA-OK, todo o 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. Peça hoje mesmo o TVA-OK

TVA-OK

Fax consulta nº 358

Resistência à Abrasão

Os sistemas epóxicos são os que oferecem as mais altas resistências à abrasão. O teste que especifica esta propriedade é o da ASTM D4060.

Resistência Química

O teste mais comum para analisar a resistência química de um sistema epóxico é o especificado pela norma ASTM D1308. Esta é uma propriedade bastante interessante que evidencia a situação do sistema epóxico frente a inúmeras situações de ataque químico, particularmente em pisos industriais. Os sistemas epóxicos específicos deverão apresentar tabela específica de testes efetuados com diferentes concentrações de ácidos e bases.

Considerações para a Aplicação

Usualmente exige-se uma resistência à tração, no concreto, superior a 13kg/cm² para se aplicar os sistemas epóxicos. Para tanto deve-se proceder ao teste chamado "pull off" usando o equipamento Elcometer conforme a norma ASTM 4541. O teor de umidade superficial não deverá ultrapassar os 5% para os epóxis sensíveis à umidade. Para todos os sistemas epóxicos deve-se, antes da aplicação, checar a transmissão de vapor d'água, executando-se testes com o TVA-OK, conforme prescreve a norma ASTM F 1869-98.

A temperatura do substrato na qual será aplicado o sistema epóxico é bem mais importante que a temperatura ambiente. Por natureza, o concreto é um material poroso, retendo e expulsando a água e o ar, de acor-

do com as condições ou variações higro-térmicas. Além disso deve-se conhecer o pH da superfície com o uso do lápis medidor de pH, entendendo que o ideal é neutralizá-la para a faixa de 6 a 8. Alguns agentes de cura são sensíveis à umidade excessiva existente na superfície, que compromete seu trabalho de endurecimento, causando o descolamento da película. O aumento da temperatura do ar promove, naturalmente, a saída do ar e vapor d'água do interior dos poros do concreto. O resultado, para alguns, já é conhecido: furos ou bolhas na película aplicada e o comprometimento da adesão. O combate a esta situação, muito comum entre os aplicadores de pisos epóxicos, é feito utilizando-se primers penetrantes especiais com baixíssima viscosidade, algo em torno de 60cps, de modo a minimizar ou zerar esta verdadeira corrida de gases e do vapor d'água existentes no interior do concreto para a atmosfera. Em condições extremas, particularmente no sul do país, com grandes variações diárias de temperatura e umidade, o sistema epóxico deverá ser aplicado durante a queda de temperatura. A temperatura do ar não deverá crescer mais do que 5°C durante a aplicação. De um modo geral, mantendo a temperatura do substrato entre 15 e 35°C, reduzir-se-á substancialmente este problema. Para aquelas especificações que não esperam a cura total exigida, de 28 dias para o piso de concreto lançado, já há no mercado primers penetrantes que interagem com a condição ainda "verde" da superfície do concreto, promovendo uma excelente ancoragem, assim como neutralizando as condições adversas da superfície, a partir dos 8 dias da concretagem.

Propriedades Típicas do Concreto X Piso Epóxico

	CONCRETO	PISO EPÓXICO
Resistência a Compressão (kg/cm ²)	300	910
Resistência à Flexão (kg/cm ²)	42	390
Resistência à Tração (kg/cm ²)	21	175
Coefficiente de Dilatação Térmica Linear (cm/cm/°C)	10,8 x 10 ⁻⁶	45 x 10 ⁻⁶

Comparação das Propriedades Físicas da Resina Epóxica Líquida Curada com Diferentes Tipos de Endurecedores

Tipo de Endurecedor	Resistência à Tração (MPa)	Alongamento à Tração %	Resistência à Flexão (MPa)	Módulo à Flexão (MPa)	Resistência à Compres. (MPa)	Distorção ao Calor (°C)
Pollamida	59	8	94	2.413	97	71
Amina Alifática	76	3	96	3.103	114	107
Amina Aduzida (Aduto)	69	4	93	2.758	110	96
Amina Cicloalifática	69	8	83	2.241	83	82
Amidoamina	59	8	90	2.413	83	63
Amina Polioxipropileno	69	7	90	2.413	110	77

Fax consulta n° 359

Se você tiver alguma questão acerca desta matéria, por favor envie-nos seu fax consulta, não esquecendo de citar, especificamente, o que deseja discutir.

REFERÊNCIAS

- Michelle é química
- Australian Standard AS 2312, Guide to the Protection of Iron and Steel against Exterior Atmospheric Corrosion.
- C.R. Sothwell, et al., "Corrosion of Metals in Tropical Environments-Final Report of 16-Year Exposures" Materials Performance.

Reforço com Fibra de Carbono

Tudo o que você queria saber e perguntar.

Joaquim Rodrigues



Há alguns anos atrás a técnica de reforço estrutural com manta de fibra de carbono e epóxi (Fibrocarbhone) era apenas motivo de perguntas e pesquisas. Hoje, trata-se de uma boa realidade com importantes obras realizadas. A mola propulsora desta técnica é o seu custo aliado à rapidez com que é executada, trazendo benefícios para a empresa de recuperação, à estrutura e ao seu proprietário. Seu custo benefício é incomparável em relação às técnicas tradicionais, especialmente a que utiliza o concreto projetado, principalmente devido ao sentido de durabilidade e resistência à corrosão. Independente disto e de sua crescente popularidade, trata-se de uma técnica considerada nova na indústria de recuperação. A seguir, apresentamos as perguntas mais comuns feitas por engenheiros e calculistas.

P. Existe já algum guia técnico que oriente e normatize a aplicação do Fibrocarbhone?

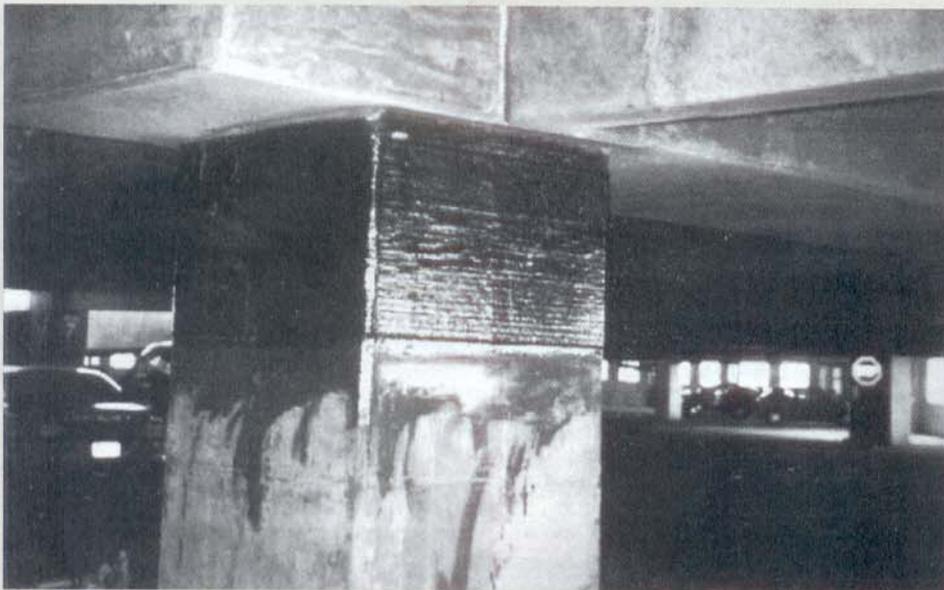
R. Os fornecedores de Fibrocarbhone têm suas próprias diretrizes de aplicação da técnica. O American Concrete Institute (ACI), comitê 440, publicou o "Atualidades sobre Fibrocarbhone para estruturas de concreto" dentro do manual de práticas do concreto do ACI. O "International Conference of Building Officials" publicou "Critério de aceitação para reforço de estruturas de concreto com e sem armaduras, utilizando-se a técnica do Fibrocarbhone". Estas publicações estão disponíveis na editora THOMASTEC.

P. Quais são os principais benefícios desta tecnologia?

R. A fibra de carbono é a mais rígida e a mais durável que existe. As fibras que compõem os sistemas de reforço estrutural em obras de concreto armado oferecem resistências que excedem a 3450MPa. Mais de 6 vezes a do aço CA60 usado como armadura e duas vezes o aço de protensão. Sua rigidez é similar a do aço, podendo sustentar, por longos períodos, grandes carregamentos, além das condições de carregamento de fadiga como nenhum outro material. A



Reforço de momento negativo, em uma laje, com fibrocarbhone.



Reforço com fibrocarbone adicionando confinamento para compensar defeito na armação na parte superior do pilar. Note que o pilar é quadrado.

estervínflico, bastante resistente a ataque químico, para se adequar às condições da obra e do carregamento imposto.

P. A aderência à superfície do concreto é fundamental para o sucesso do reforço. Como se pode alcançar esta particularidade?

R. Realmente, a aderência do laminado formado pelo Fibrocarbone à superfície do concreto é fundamental. Para tanto, torna-se obrigatória a remoção da nata superfí-

al, material pulverulento que não caracteriza a verdadeira face do concreto. Dever-se-á expor agregados, abrir-se os poros da superfície de forma característica, de modo a conseguir-se a condição de ótima adesão ou propriamente a transferência de tensões. A partir desta boa preparação torna-se também importante a utilização de um primer epóxico de baixa viscosidade com, pelo menos 50cps, de modo a "molhar" a superfície. Situação que não é bem feita com primers comuns com viscosidade em torno dos 400cps.

P. Como poderemos checar a qualidade do sistema aplicado?

R. Basicamente, usa-se ensaio de percussão com um pequeno martelo, de modo a detectar deslocamentos do laminado formado em relação à superfície do concreto. Não há qualquer inconveniente com relação a existência de pequenas bolhas de ar encapsuladas quando da aplicação. Grandes deslocamentos devem ser tratados com injeção de epóxi. O teste mais significativo é a checagem de aderência do laminado à tração, em relação ao substrato do concreto, colando-se uma pequena chapa de aço quadrada, com 5cm x 5cm ao Fibrocarbone e tentando-se arrancar com pequeno equipamento de tracionamento uniaxial. A força necessária para arrancar a chapa é medida e o comportamento ou o modo como procedeu-se o arrancamento é analisado. Basicamente, exige-se que todo o processo de ruína do teste aconteça bem abaixo da linha ou da interface de colagem Fibrocarbone/concreto.

Fax consulta nº 360

Se você tiver alguma questão acerca desta matéria, por favor envie-nos seu fax consulta, não esquecendo de citar, especificamente, o que deseja discutir.

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é Eng^o 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.
- Australian Standard AS 2312, Guide to the Protection of Iron and Steel against Exterior Atmospheric Corrosion.

Comparação Quantitativa Entre as Resinas Epóxicas Simples e a Híbrida Estervínflica

PARÂMETRO	ESTERVÍNÍLICA	EPÓXI SIMPLES
Resistência à Tração	Moderada	Moderada a Alta
Módulo à Tração	Moderado / Alto	Moderada
Deformação no Início da Ruína	Baixa / Moderada	Moderada a Alta
Flexibilidade	Baixa	Moderada
Resistência à Fluência	Alta	Moderada
Resistência ao Fraturamento	Baixa / Moderada	Moderada
Resistência ao Impacto	Baixa / Moderada	Moderada
Resistência ao Calor	Moderada	Moderada
Resistência à Umidade	Moderada	Moderada a Alta
Resistência aos Álcalis	Moderada	Alta
Resistência à Radiação UV	Baixa	Baixa

* Compilado da indústria.

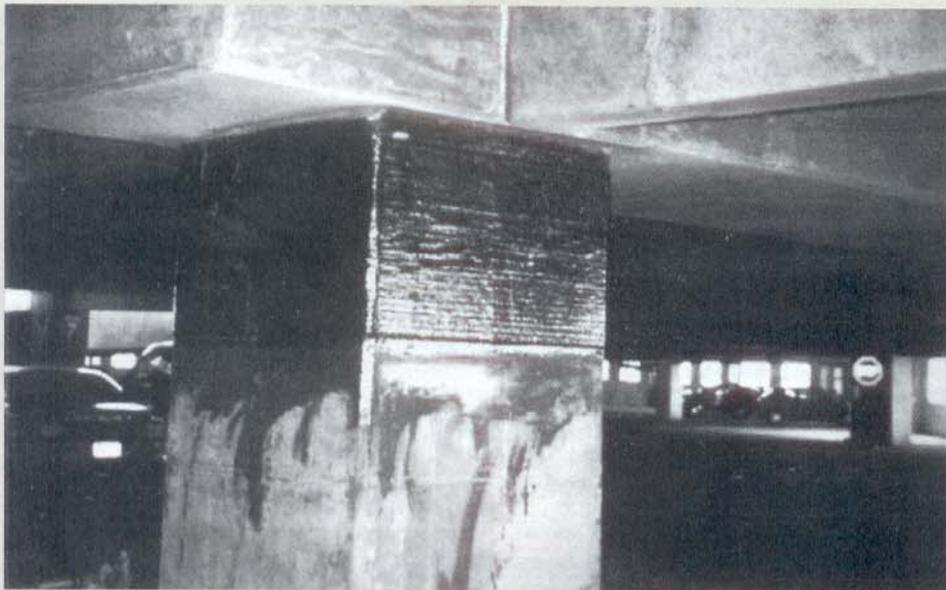
Observação: As avaliações executadas basearam-se em materiais típicos de mercado. Claro que estes materiais poderão ser aditivados e melhorados, no sentido de se melhorar sua performance no que diz respeito a determinados parâmetros.

Planeng

serviços especializados de engenharia ltda.

- Recuperação e Reforço Estrutural
- Tratamento Superficial de Concreto
- Restauração de Fachadas
- Instalações Elétricas

TEL: (011) 573-6793
E-mail: planeng4@mandic.com.br



Reforço com fibrocarbone adicionando confinamento para compensar defeito na armação na parte superior do pilar. Note que o pilar é quadrado.

estervínflico, bastante resistente a ataque químico, para se adequar às condições da obra e do carregamento imposto.

P. A aderência à superfície do concreto é fundamental para o sucesso do reforço. Como se pode alcançar esta particularidade?

R. Realmente, a aderência do laminado formado pelo Fibrocarbone à superfície do concreto é fundamental. Para tanto, torna-se obrigatória a remoção da nata superfici-

al, material pulverulento que não caracteriza a verdadeira face do concreto. Dever-se-á expor agregados, abrir-se os poros da superfície de forma característica, de modo a conseguir-se a condição de ótima adesão ou propriamente a transferência de tensões. A partir desta boa preparação torna-se também importante a utilização de um primer epóxico de baixa viscosidade com, pelo menos 50cps, de modo a "molhar" a superfície. Situação que não é bem feita com primers comuns com viscosidade em torno dos 400cps.

P. Como poderemos checar a qualidade do sistema aplicado?

R. Basicamente, usa-se ensaio de percussão com um pequeno martelo, de modo a detectar deslocamentos do laminado formado em relação à superfície do concreto. Não há qualquer inconveniente com relação a existência de pequenas bolhas de ar encapsuladas quando da aplicação. Grandes deslocamentos devem ser tratados com injeção de epóxi. O teste mais significativo é a checagem de aderência do laminado à tração, em relação ao substrato do concreto, colando-se uma pequena chapa de aço quadrada, com 5cm x 5cm ao Fibrocarbone e tentando-se arrancar com pequeno equipamento de tracionamento uniaxial. A força necessária para arrancar a chapa é medida e o comportamento ou o modo como procedeu-se o arrancamento é analisado. Basicamente, exige-se que todo o processo de ruína do teste aconteça bem abaixo da linha ou da interface de colagem Fibrocarbone/concreto.

Fax consulta n° 360

Se você tiver alguma questão acerca desta matéria, por favor envie-nos seu fax consulta, não esquecendo de citar, especificamente, o que deseja discutir.

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é Eng^o 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.
- Australian Standard AS 2312, Guide to the Protection of Iron and Steel against Exterior Atmospheric Corrosion.

Comparação Quantitativa Entre as Resinas Epóxicas Simples e a Híbrida Estervínflica

PARÂMETRO	ESTERVÍNÍLICA	EPÓXI SIMPLES
Resistência à Tração	Moderada	Moderada a Alta
Módulo à Tração	Moderado / Alto	Moderada
Deformação no Início da Ruína	Baixa / Moderada	Moderada a Alta
Flexibilidade	Baixa	Moderada
Resistência à Fluência	Alta	Moderada
Resistência ao Fraturamento	Baixa / Moderada	Moderada
Resistência ao Impacto	Baixa / Moderada	Moderada
Resistência ao Calor	Moderada	Moderada
Resistência à Umidade	Moderada	Moderada a Alta
Resistência aos Álcalis	Moderada	Alta
Resistência à Radiação UV	Baixa	Baixa

* Compilado da indústria.

Observação: As avaliações executadas basearam-se em materiais típicos de mercado. Claro que estes materiais poderão ser aditivados e melhorados, no sentido de se melhorar sua performance no que diz respeito a determinados parâmetros.

Planeng

serviços especializados de engenharia ltda.

- Recuperação e Reforço Estrutural
- Tratamento Superficial de Concreto
- Restauração de Fachadas
- Instalações Elétricas

TEL: (011) 573-6793
E-mail: planeng4@mandic.com.br

à base de óleo ou as alquídicas simples, quebrando a ligação éster e formando o conhecido sabão. Este processo é bastante conhecido como saponificação ou mais especificamente, como hidrólise induzida por álcalis. A reação é mostrada na figura 2. A umidade necessária para a reação está facilmente disponível no substrato formado devido ao processo de hidratação do emboço, reboco ou do concreto recém aplicados. À medida que a reação é completada e o substrato seca, o problema da alcalinidade diminui, muito embora todos esses paramentos formados formem grandes porosidades, podendo absorver, quando aplicadas externamente, grandes quantidades de água da chuva. Problemas com a alcalinidade podem ser constantes, isto é, perduram durante e após a cura da película da tinta. O grau de afetamento da película aplicada sobre um substrato alcalino dependerá do pH dessa superfície, da composição da tinta (particularmente as ligações do tipo éster existentes no polímero), da idade da tinta quando submetida às condições de saturamento (seja por umidade ou água) e a persistência a este ciclo de exposição. Os efeitos variam, podendo ocorrer formação de escamas e deslocamentos da película, diretamente relacionados às tintas à base de ésteres aplicadas em emboços/rebocos ainda "verdes" ou em processo de cura.

Quando o emboço/reboco alcalino retém umidade, dependendo do teor existente, poderá ocorrer a saponificação da película aplicada, fazendo com que fique pegajoso no contato com o dedo. Neste caso, o filme oleoso formado tornar-se-á solúvel em água. Se secar, ficará quebradiço, ocorrendo o fra-

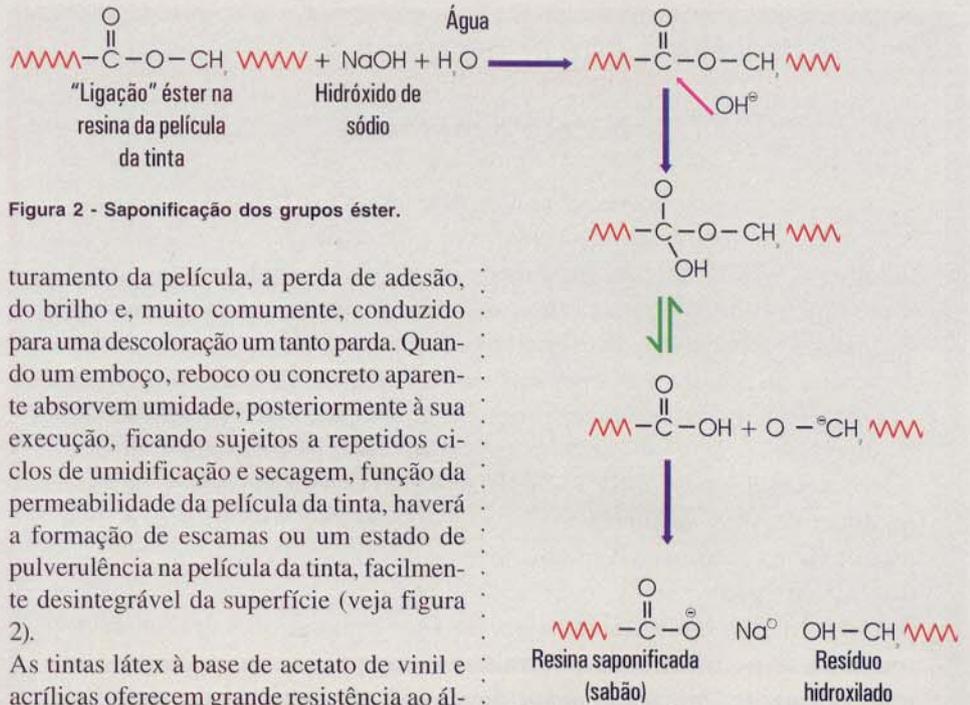


Figura 2 - Saponificação dos grupos éster.

turamento da película, a perda de adesão, do brilho e, muito comumente, conduzido para uma descoloração um tanto parda. Quando um emboço, reboco ou concreto aparente absorvem umidade, posteriormente à sua execução, ficando sujeitos a repetidos ciclos de umidificação e secagem, função da permeabilidade da película da tinta, haverá a formação de escamas ou um estado de pulverulência na película da tinta, facilmente desintegrável da superfície (veja figura 2).

As tintas látex à base de acetato de vinil e acrílicas oferecem grande resistência ao álcali. Costuma-se recomendar a aplicação de um primer à base de látex, seguido do acabamento com uma tinta alquídica ou a base de óleo. Algumas tintas formadas com pigmentos sensíveis à alcalinidade, poderão sofrer variações em sua cor.

Porosidade

Todas ou quase todas as superfícies de emboços e rebocos à base de cimento Portland, sejam emboços, rebocos ou concreto aparente, são porosas. Por outro lado, vidro, cerâmicas esmaltadas e azulejos são considerados ausentes de porosidade. Emboços, rebocos e as modernas paredes de gesso "drywall" também têm a particulari-

dade de serem excessivamente absorventes. Esta particularidade traz inúmeros problemas e algumas vantagens para a película da tinta. Todos sabemos que superfícies porosas dão mais base à película de tinta, permitindo melhor adesão mecânica do que superfícies lisas e duras. No entanto, superfícies porosas contaminam facilmente quando qualquer líquido adentra nos poros, levando consigo poeira, sujidades e substâncias químicas sólidas que comprometem, uma vez alojadas no interior dessas reentrâncias. Em superfícies muito porosas é comum haver a formação de milhares de poros e cavidades, preenchidas com ar, formadas quando da execução do substrato.

Eletrodo V2000 fixado.

VETEK

O CONTROLE DA CORROSÃO

Veja como é fácil controlar o estado de corrosão em pontes protendidas com o eletrodo VETEK V2000. Basta abrir uma ranhura ao longo da superfície do concreto, junto aos cabos protendidos, e fixar o eletrodo V2000 com massa de cimento e areia. Em apenas um ponto é feita a ligação da bainha com o V2000. Pronto. As leituras das voltagens informarão há ou não corrosão e o seu grau de incidência.

Em estruturas de concreto armado funciona da mesma maneira.

CORROSÃO? SÓ SE VOCÊ QUISER.

Fax consulta nº 292

O Problema das Superfícies de Concreto

A nata superficial

A nata de cimento portland encontrada em superfícies de concreto é uma camada bem delgada de material pulverulento não aderida. Em detalhes, consiste de uma camada de partículas de cimento, bem finas, que são depositadas na superfície da peça estrutural ou piso pela água exsudada do concreto. É formada como consequência da inabilidade dos materiais sólidos do concreto "segurar" toda a água de amassamento empregada na dosagem do concreto. Caracteriza-se a nata de cimento superficial pela ausência de coesão e adesão à real superfície do concreto, devendo ser OBRIGATORIAMENTE retirada antes de fazer qualquer serviço de pintura. Sua remoção poderá ser feita com lixamento eletromecânico. É importante ressaltar que dever-se-á utilizar o dispositivo "papa poeira" com aspirador de modo a remover 100% a poeira formada. Grandes áreas deverão ser tratadas com ataque ácido, tomando-se o cuidado de neutralizar a superfície com água potável, posteriormente. Nesta situação, dever-se-á medir o pH da superfície com o lápis medidor de pH.

Quando pintadas com tintas viscosas ou de cura rápida, a película fecha os poros e aquelas cavidades aprisionam verdadeiras bolhas de ar que, na fase de cura do filme, são expulsas. O resultado é a formação de milhares de furinhos na película da tinta. Este problema é evitado com o uso de primers de baixa viscosidade.

Resinas produzidas com grandes partículas como o caso de certos latexes e alguns pigmentos, têm a desvantagem de serem grandes demais para adentrarem nos po-

Ruína por tração (coesão) do concreto na região imediatamente abaixo de um revestimento epóxico (com amina) em um tanque de concreto. Repare a concavidade do deslocamento e a ausência de resistência à tração no concreto para resistir às tensões impostas pela película epóxica.



ros do substrato, ficando, portanto, suscetíveis de não fazerem uma boa ancoragem naquela porosidade. Os veículos (resinas) látex com diminuto tamanho de partícula têm esta facilidade, embora com alguma dificuldade em relação aos veículos com grande poder de "molhação". O transporte do veículo (sob a forma de solução) para dentro dos poros de uma superfície muda a relação da concentração do volume de pigmento (CVP) empregado de uma tinta aplicada, para o que se denomina teor crítico do volume de pigmento (TCVP). De imediato, isto acarreta mudanças na estética da pintura aplicada, além de significativa alteração em sua performance, sujando facilmente e com dificuldade para a limpeza da superfície. Na prática, trabalhando-se com estas superfícies, costuma ocorrer a perda de brilho quando se empregam tintas com brilho ou semi-brilho. Muitas tintas comerciais, próprias para paredes, são fabricadas ou formuladas próximo do TCVP e, certamente, apresenta-



**Grupo
falcão bauer**

CREDENCIADO: 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

RUA AQUINO, 111 - CEP 05036-070 - SÃO PAULO - SP

ção maiores alterações. Se o veículo ou a resina que estrutura o filme for substancialmente esgotado, o efeito será a introdução de porosidade na película aplicada, com resultados significativos na variação de cor e em sua durabilidade. Desta forma, aplicando-se tinta diretamente sobre a superfície porosa de um emboço, reboco ou concreto aparente, em ambiente exterior, ocorrerá uma mudança na relação CVP/TCVP, fazendo com que o filme ou a pintura envelheça rapidamente com formação de pulverulência. Para se evitar esta situação, torna-se necessário aplicar primers específicos em superfícies mais uniformes, para que haja um processo de adesão estável da tinta sem que haja perda de brilho, mudança na cor e a desestruturação da película. Os primers, normalmente à base de látex, resistentes aos álcalis, primam por terem grandes tamanhos de partículas, e baixa relação CVP/TCVP.

Friabilidade

Esta característica é muito comum em superfícies de emboços, rebocos e concreto aparente que não apresentaram um processo de hidratação adequado (veja o box sobre o problema da nata superficial). De um modo geral, ocorre com muita frequência em superfícies de materiais calcáreos. Nesta situação, torna-se necessário reforçar tais superfícies aplicando primers do tipo penetrantes com baixa energia superficial e reduzida viscosidade. Tintas à base de látex e à base d'água não devem ser aplica-



Figura 3 - Deterioração de um velho reboco sob uma película de tinta como consequência da permeabilidade do filme. O resultado é o esfarelamento do reboco acompanhado da ruína da película de tinta.

das em superfícies com aquelas características pelo fato de sua energia superficial ser alta, além do tamanho de suas partículas, para serem absorvidas por aquela porosidade. Protetores penetrantes ou primers à base de silicatos, mais conhecidos como endurecedores químicos de superfícies, primers à base de óleo (sobre superfícies não alcalinas), fenólicos e epóxis com baixíssima viscosidade em torno dos 50cps são recomendados. É claro que a remoção desta camada friável é sempre uma boa opção, utilizando-se ataque ácido, o lixamento eletromecânico ou hidrojateamento de areia. Apresentam problemas, pois não se consegue uma superfície perfeitamente plana.

De um modo geral, o que ocorre é que enquanto o filme da tinta aplicada adere à camada superficial do substrato problemático, a área deste mesmo substrato, imediatamente abaixo, permanece com sua propriedade coesiva muito frágil para agüentar qualquer tensionamento ou pela película aplicada ou pelo próprio substrato. Processos de ruína devido a coesão lateral, no interior do substrato, tornam-se inevitáveis, particularmente para aquela situação onde o filme aplicado não penetrou ou, efetivamente, não "molhou". À medida que a película da tinta desloca, nota-se perfeitamente a fragilidade da camada do substrato na região imediatamente abaixo. Claro está que este fenômeno

ELASTÔMERO ELASTO-THANE

Elastômero
Elasto-Thane

O Melhor Elastômero
do Mercado



**R\$ 6,80
o cartucho**

Com o elastômero de poliuretano Elasto-thane você calafeta todo tipo de junta de dilatação. O elasto-thane é vendido a R\$ 6,80 o cartucho, com 12 cores à sua disposição.

Você enche a pistola
e calafeta.
Simples e rentável.



Fax consulta n° 279

não é um problema causado pela tinta, devendo ser identificado como ruína por coesão do substrato, muito comum, e que ocorre em superfícies aparentemente perfeitas (sãs). Neste caso, a película da tinta causa tensões internas excessivas no substrato (muito comumente durante a cura do filme, quando se aplica uma segunda demão da tinta) causando a ruína por coesão.

Os efeitos da água

Todos os rebocos ou cimentos à base de calcário ativo, as argamassas e concretos à base de cimento portland ou o gesso das massas de estuque solidificam ou endurecem pela hidratação do pó aglomerante seco ou parcialmente hidratado. A quantidade de água necessária para cada reação de hidratação é sempre menor que aquela necessária para se obter a trabalhabilidade do material a ser aplicado. O excesso d'água, necessário a esta trabalhabilidade, precisa ser liberado do revestimento endurecido aplicado, após a sua completa hidratação. A estrutura do gel formado, após a mistura com água e sua resistência coesiva tem tudo a ver, agora, com a taxa de perda d'água que ocorrerá nos minutos posteriores. Isto é muito parecido com aquele concreto, bem dosado, que perde considerável resistência (às vezes até 50%) se, nos primeiros estágios após o seu lançamento ou propriamente durante a sua cura, permite-se que haja evaporação rápida daquela água necessária para a trabalhabilidade da massa. Aumen-



Figura 4 - Tinta permeável aplicada sobre cerâmica exposta ao tempo. Note as eflorescências que migram pelos poros da tinta.

tando-se o tempo de cura com dispositivos adequados (do tipo aspersão d'água ou névoa, películas de cura, etc.) reduzem-se todos aqueles efeitos de retração por secagem, que certamente ocorrerão, devido à evaporação rápida. Da mesma forma todos os rebocos modernos, ricos em gesso, não devem ficar submetidos a processos de evaporação rápida após aplicados. Esta secagem rápida, promovida pela evaporação, que provoca aquela condição friável na superfície da parede, jamais aceitará ou será base para uma boa pintura. A condição de friável, um pouco parecida com aquela promovida pela evaporação da água, também ocorre devido ao estado quebradiço ou de fragilidade em que fica a superfície do emboço ou reboco, causado por tensões origi-

nadas pela cura de tintas termorrígidas, mesmo após a secagem adequada do emboço/reboco. Tintas alquídicas estão entre as que costumam causar esta situação.

Comprova-se que a água das tintas à base d'água tende a reiniciar o processo de pega, particularmente em rebocos à base de gesso. A superfície destes substratos tende a expandir abaixo da película de tinta aplicada, causando tensões que dão como conseqüências grandes irregularidades na superfície pintada. Este fenômeno é conhecido como expansão retardada. É prático, em todo mundo, esperar cerca de 30 dias antes da aplicação da pintura, no intuito de permitir a secagem de emboços, rebocos e de superfícies de concreto aparente. Esta especificação depende das condições de se-

**VOCÊ TEM ISTO EM SUA FACHADA?
A SOLUÇÃO É**

ELASTO-TEX

Elasto-tex é uma tinta elastomérica, made in USA, que não promove emendas. É totalmente impermeável para uso em fachadas de edificações, particularmente as com histórico de infiltrações. Tinta acrílica elastomérica à base d'água, isenta de plastificantes (material adicionado à tinta para torná-la mais flexível) e modificada quimicamente, de modo a ter qualidades verdadeiramente elastoméricas.



ANTES

**ESTICA 600% E NÃO PERDE
ESTA CARACTERÍSTICA**



DEPOIS

Fax Consulta nº 291



Figura 5 - Piso de concreto com formação de eflorescências através de sua cadeia de poros, trincas, junta de dilatação e juntas frias.

cagem da superfície, da tinta especificada e também do substrato. Sobre superfícies de concreto aparente poder-se-á aplicar epóxis (em cores ou incolor) que tenham, comprovadamente, boa resistência a álcalis e boas características de adesão para superfícies úmidas, neutralizando estes dois inconvenientes. É praxe analisar-se a superfície com um medidor de umidade antes dos serviços de pintura, já que mesmo o concreto aparente, além de rebocos e paredes de gesso, estas praticamente com ausência de porosidade em relação às demais, permitirão o transporte de umidade e da própria água (veja este mecanismo na Recuperar nº 2), induzindo problemas interfaciais, com conseqüente amolecimento do substrato e comprometendo a película de tinta (figura 3). Como todas as tintas látex são bastante permeáveis (excetuando as elastoméricas que são impermeáveis), a água da chuva penetra facilmente através da película, promovendo os problemas acima citados, inclusive comprometendo as armaduras do concreto nas peças estruturais. Dentro deste contexto de relacionamento com processos de cura, foram lançadas recentemente no mercado, tintas epóxicas para aplicação em superfícies de concreto com apenas quatro dias após a concretagem.

Eflorescências

Sais Inorgânicos Solúveis (SIS) deixados durante a construção podem contaminar todo e qualquer tipo de material cimentício. O SIS mais comumente encontrados são os sulfatos solúveis, principalmente os sulfatos de sódio, cálcio e magnésio. Após a construção, a água entra através do revestimento, alcança este ou aquele sal e o redissolve, fazendo com que a solução formada apareça no substrato. Uma vez escorrendo pelo substrato, seca com facilidade, formando um filme cristalino ou ficando depositado sobre a superfície aquele material pulverulento branco. Este fenômeno, conhecido como eflorescência, é muito comum em paramentos, tanto pintados como revestidos com pedras ou cerâmicas. Nas superfícies pintadas, o efeito dos sais dependerá do tipo de tinta existente. A solução salina penetrará e sairá pela película porosa, por exemplo de uma tinta látex, depositando os sais sobre a sua superfície. Quando a tinta é impermeável, os sais se depositam sob sua película, causando trincas no filme com presença de eflorescências, conduzindo o filme à ruína. Quando a película de pintura tem um excelente poder de adesão, os sais vão se depositando nos poros do substrato, imediatamente abaixo

Eternamente Jovem

Você não vê, mas por trás destas superfícies, verticais ou horizontais, está o SILANO 120. Os anos passam e nada fica alterado. Não há presença de umidades localizadas, bolor ou corrosão. É o concreto aparente na plenitude de sua forma e cor.

Fax Consulta nº 318

Evite isto no seu revestimento...



Granitos.



Concreto Aparente.



Mármore.



Cerâmicas.

... Use Silano 120.

Comprove também os benefícios do **SILANO 120.**
America Polimers



Fenômeno da criptoflorescência causando deslocamento em uma parede de blocos de concreto.

do filme, criando uma pressão cristalina que desintegrará o sistema substrato/revestimento. Este fenômeno particular é conhecido como criptoflorescência. É comum em ambientes muito úmidos como o nosso, surgir o que se denomina empolamento ou formação de bolhas osmóticas, causado também pela presença de eflorescências. Este problema é conferido após a remoção das bolhas e a constatação dos depósitos cristalinos brancos, facilmente visíveis após um mínimo tempo de secagem. A única maneira correta de eliminarmos as eflorescências é preenchendo os locais por onde a água tem acesso. A seguir, dever-se-á remover os

depósitos cristalinos, aplicando-se uma tinta impermeável (elastomérica) à chuva. Na maioria dos casos poder-se-á evitar as eflorescências adicionando-se 0,1% a 2% de siloxano no emboço/reboco. Desta forma, reduz-se a tendência do emboço/reboco absorver umidade e, como consequência, produzir eflorescências.

T

Fax consulta nº 363

Se você tiver alguma questão acerca desta matéria, por favor, envie-nos seu fax consulta, não esquecendo de citar, especificamente, o que deseja discutir.

REFERÊNCIAS

- Ana Carlota B. dos Santos é química.
- A.M. Neville, The Properties of Concrete, Chapter 1.
- W.O. Nutt, "Concrete as a Substrate for Paint".
- I. Odler, "The Hydration, Setting and Hardening of Portland Cement", Chapter 6 in Lea's Chemistry of Cement and Concrete.
- A.P. Mills, "Materials of Construction" Chapter VII in Gypsum Plaster.
- A.J. Wandersleben, et al., The Cleveland Society, "The Painting of Plaster I".
- W.H. Kuenning, "Characteristics of Masonry", Official Digest.
- J.A. Graystone, "Coatings for Buildings", Chapter 9 in Paint and Surface Coatings – Theory and Practice, ed. R. Lambourne.
- R.E. Moore, "An Engineer Looks at Chemically Resistant Masonry", Chapter 1 in Corrosion and Chemically Resistant Masonry Materials Handbook, W.L. Sheppard.
- W.L. Sheppard Jr., "Trouble Shooting Chemically Resistant Masonry", Civil Engineering.
- H. Mayer, "Masonry Protection with Silanes, Siloxanes and Silicone Resins", Surface Coatings International.
- J.M. Pouchol, "Silicone Resin Emulsions: Binders for High Performance Facade Coatings", JOCCA.
- E.M. Rizzo and S. Bratchie, "The Use of Penetrating Sealers for the Protection of Concrete Highways and Structures", JPCL.

Na RECUPERAR Você encontra uma verdadeira assessoria técnica ao seu problema, em sua construção

Assine
RECUPERAR
(021) 493-4702

EPT ENGENHARIA E PESQUISAS TECNOLÓGICAS S.A. 35 ANOS 63 a 98

Estudos e Projetos de Pavimentos
Controle de Compactação de Aterros
Controle Tecnológico de Concreto e Aço
Sondagem a percussão e Rotativas
Provas de carga em solos, estacas e estruturas
Supervisão e Gerenciamento de Obras
Injeções de caldas e resinas
Drenos horizontais
Micro Estacas - Estacas Raiz
Impermeabilização
Recuperação de Estruturas
Tirantes - Cortinas atirantadas
Reforço Estrutural com Fibra de Carbono

Matriz: São Paulo - Rua Catão, 523 - Fone PABX (011) 873-3399 / Filial: Porto Alegre - Rua Marcelo Gama, 41 - Fone (051) 342-7766

A Reatividade Álcali Sílica Tem Remédio

A utilização de sais de lítio, na forma de líquido com baixa viscosidade, interrompe o processo de expansão no concreto afetado pela RAS.

Carlos Alberto Monge



Pesquisadores chegaram ao ponto que desejávamos em relação aos efeitos da RAS em estruturas existentes de concreto armado: a desco-

berta de um produto que se aplica, na forma spray ou injetando-se, que diminui ou interrompe o conseqüente processo de expansão do concreto de estruturas existentes.

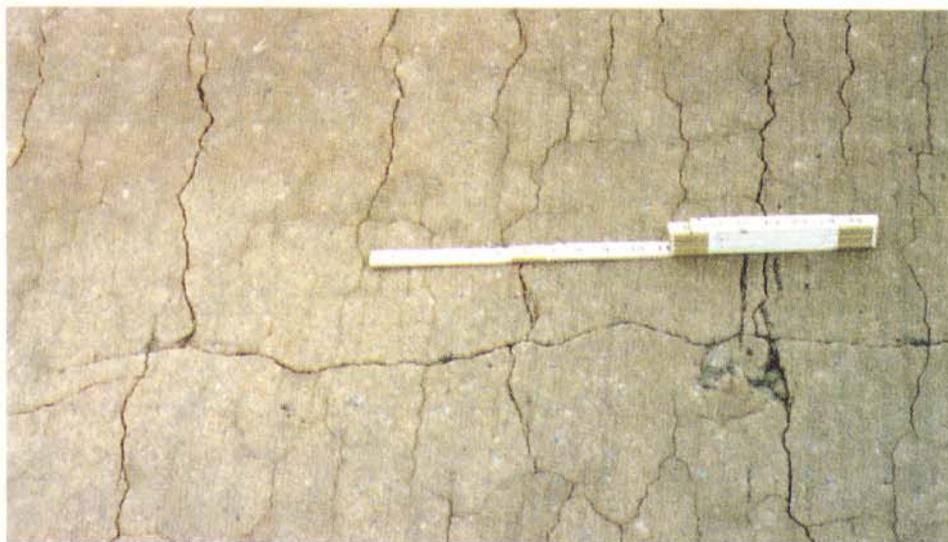
Este produto, o RENEW, já existe e encontra-se disponível no mercado internacional. Trata-se de um líquido atóxico, à base de lítio, com baixa viscosidade, que interfere no mecanismo de reação química que ocorre entre a sílica reativa existente em determinados tipos de agregados e o álcali presente na pasta do cimento portland.

Historicamente, desde 1951, têm-se usado substâncias à base de lítio para interferir naquele mecanismo reativo.

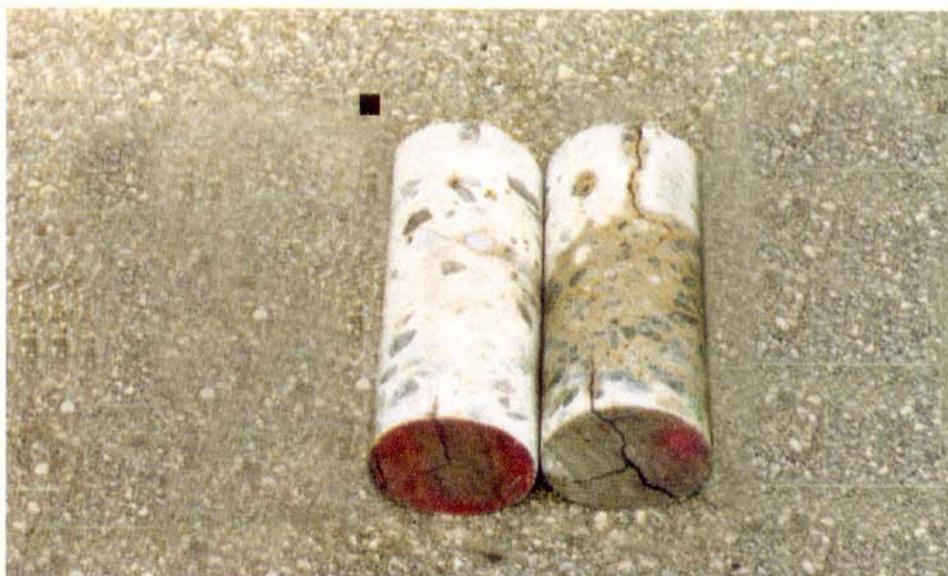
Entre nós, diversas barragens apresentam este sintoma, sendo que algumas já em estágio avançado, com comprometimento da funcionalidade dos mecanismos geradores de energia. Em grandes superfícies, poder-se-á apenas aspergir o RENEW com o uso de uma bomba airless. Em peças de concreto com alguma profundidade, há a alternativa de se proceder furos com 8mm de diâmetro, espaçados a cada metro, formando uma malha quadrada e injetar-se o RENEW com o uso de injetores metálicos, semelhante ao processo de injeção de poliuretano hidroativado flexível (PH Flex).

O Risco da RAS

A RAS é uma reação química que ocorre entre a sílica reativa existente em determinados tipos de agregados utilizados para fa-



Extensas trincas associadas com a RAS em superfícies horizontais. As trincas, genericamente, se dispõem no sentido longitudinal da peça (na foto o sentido longitudinal é o ventical), interconectadas por finas trincas aleatórias transversais.



O corpo de prova, com 10cm de diâmetro da direita evidencia trincas verticais motivadas pela RAS, dez meses após a aplicação do produto RENEW. Um novo corpo de prova foi extraído, junto ao mesmo local, constatando-se grande interrupção do processo expansivo da RAS.

• 1930

A reatividade álcali sílica é reconhecida como sendo um sério problema para barragens, pontes e pavimentos de rodovias.

• 1940

Baseado em estudos de estruturas arruinadas na Califórnia, T.E. Stanton publica, através do American Society of Civil Engineers, "A expansão do concreto através da reação entre o cimento e o agregado". Este documento identifica a condição da R.A.S.

• 1951

W.J. McCoy e A.G. Caldwell publicou, através do ACI, o "Novo método para inibir a expansão álcali-agregado", enfatizando os benefícios obtidos com a relação da expansão da RAS em concretos e argamassas, utilizando-se cloreto de lítio, carbonato de lítio e fluoreto de lítio.

• 1961

Na Austrália, Margareth Laurence e H.F. Vivian relatam que o hidróxido de lítio inibe a expansão da R.A.S. A pesquisa compara as reações do lítio com o sódio e o potássio.

• 1988

Quarenta e quatro departamentos de estradas de rodagens estaduais e municipais dos EUA pesquisam sintomas de trincas em pavimentos de rodovias e em 19 são detectados a RAS, com diversos níveis de afetamento.

• 1988

Pesquisas, na universidade de Cornell, utilizando reagentes específicos, conduzidos por K. Natesaiyer e K.C. Hover, criam o kit de identificação rápida da RAS no concreto. O equipamento chama-se spectroline (veja RECUPERAR nº 5).

• 1991

O programa estratégico de pesquisas de rodovias (SHRP), do Conselho Nacional de Pesquisa (NRC), publica o "Guia para identificação da reatividade álcali-sílica em estruturas de rodovias" escrito por David Stark. (Este guia está disponível na Editora THOMASTEC).

• 1992

Sob a coordenação do SHRP, são construídos diversos trechos de pavimentos de concreto com agregados reativos, aditivados com hidróxidos de lítio e cinzas. As conclusões foram que o LiOH e a pozolana Classe F da ASTM, efetivamente controlam a expansão da RAS. As pesquisas com a pozolana classe C e misturas das classes F e C não deram qualquer resultado.

• 1993

David Stark, sob patrocínio do SHRP, lança o relatório intitulado "Eliminando ou reduzindo a reatividade álcali-sílica". Neste mesmo ano, Sidney Diamond da Universidade de Purdue, lança a sua obra "Os sais de lítio e a RAS".

• 1995

São introduzidos no mercado internacional os aditivos líquidos à base de lítio para utilização em concretos, reconhecida-mente com agregados reativos, durante a construção. Desde então, tem sido utilizado em milhares quilômetros de pavimentos de concreto, assim como em inúmeras obras de arte.

• 1998

É introduzido no mercado internacional, para a aplicação em obras antigas com RAS, o protetor penetrante "RENEW" para aplicação por aspersão ou injeção saturante. Este produto inibe o processo de expansão da RAS em peças de concreto, independente do tamanho e do nível de comprometimento. Neste mesmo ano é comercializado o kit detector da RAS, pela aplicação simples de dois reagentes absolutamente atóxicos e sem necessidade da projeção de qualquer tipo de luz especial. O produto chama-se detector de RAS 3000 (veja RECUPERAR nº 27).



Corpo de prova com RAS extraído de uma peça estrutural. Note os depósitos brancos no em torno de diversos agregados escuros. Estes depósitos contêm o gel da RAS, que caracterizam a reatividade do agregado (setas).

zer concreto e o álcali (pode ser o de sódio ou de potássio) presente na pasta de cimento. A RAS, à semelhança da doença AIDS em seres humanos, promove uma verdadeira porta de entrada para uma série de outras patologias que o concreto poderá contrair.

Continua na pág. 34

Técnicos de Recuperação

Arquivo Editar Pesquisar Ajuda

Plantão Técnico

Quem quer respostas imediatas
consulta Recuperar On.

RECUPERAR
Sua dúvida via Internet.

<http://www.thomastec.com.br> E-Mail: thomastec@easyline.com.br

RECONCRET

Engenharia de Recuperações e Estruturas Ltda

- RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS
- REFORÇO ESTRUTURAL COM
- UTILIZAÇÃO DE FIBRA DE CARBONO
- INJEÇÃO DE GROUT QUÍMICO
- TRATAMENTO DE CONCRETO APARENTE
- IMPERMEABILIZAÇÕES

Avenida Eusébio Matoso, 422 - São Paulo
Fone: (011) 212-2877 FAX: (011) 813-8527



...É VOCÊ ACABOU DE PASSAR O EPÓXI EM SEU PISO...

Proteja seu piso de concreto contra a ação de ácidos (com grande concentração) e substâncias fortemente alcalinas com o EPÓXI INDUSTRIAL N° 29. Moderníssimo sistema de epóxi novolac e éster vinílico, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem suportar.

Ataque Químico não mete mais medo.

**Aplique
Epóxi Industrial n° 29**

Consulte-nos!

 **POXY**
INDUSTRIES, INC.

Fax consulta n° 271



Corpo de prova, com 10cm de diâmetro, tirado de um tabuleiro de uma ponte confirmando a existência da RAS. Dez meses após a aspersão do produto RENEW, a interrupção do processo de expansão.



Trincas longitudinais, efeito da RAS, ao longo desta parede. Repare a presença de uma rede de trincas na superfície anexa à trinca principal.



Trincas horizontais ao longo de uma travessa de um pier. Os sintomas da RAS só são corretamente confirmados com a utilização de testes feitos no local ou em laboratório.

Como já sabemos, a melhor maneira de evitar a R.A.S. em novas obras é tomar a precaução necessária para não utilizar agregados reativos, testando-os, além de utilizar cimentos com baixo teor de álcalis e pozolanas. Naquela situação onde haverá agregados reativos, além do cimento citado acima e pozolanas, obrigatoriamente dever-se-á utilizar o aditivo à base de lítio. Para o caso das obras existentes e sintomáticas, a impregnação com íons de lítio controlará a reação.

Fax consulta n° 365

Se você tiver alguma questão acerca desta matéria, por favor, envie-nos seu fax consulta, não esquecendo de citar, especificamente, o que deseja discutir.

Na RECUPERAR Você encontra uma verdadeira assessoria técnica ao seu problema, em sua construção

Assine
RECUPERAR
(021) 493-4702