

GROUTING

A MODIFICAÇÃO QUÍMICA DO SOLO COMO FORMA DE ESTABILIZAÇÃO E IMPERMEABILIZAÇÃO

Figura 1 - Grouting na enseadeira junto a eclusa da barragem de Jupia. Repare a linha de tubos de injeção posicionados, a partir da esquerda, na qual foi executado grouting para interromper forte fluxo d'água do rio Paraná em direção à eclusa.

Carlos Carvalho Rocha

O tratamento convencional de solos através de terra armada, drenos verticais, substituição do solo, geogrelhas etc, prende-se a aspectos essencialmente físicos. Conheça o grouting, terapia 100% química para o solo, através da injeção de polímeros.

Tratar quimicamente um solo significa interferir em sua composição química sem, efetivamente, adicionar carga significativa. Isto se faz com o grouting, através da injeção de polímeros orgânicos e inorgânicos líquidos com ultra baixa viscosidade. Grouting é uma técnica de melhoria do solo para consolidação ou para impermeabilização, bastante utilizada na Alemanha, França e EUA. O grouting teve origem na França, em 1802, com o engenheiro Charles Berigny, ao usar uma suspensão de cimento pozolânico em água para consolidar fundações de ca-

sas. Em 1821 o grouting, com a invenção do cimento portland, tomava impulso pelo fato de as bombas de injeção, até então de madeira, passarem a ser de aço. Expressões como controle de pressão, fase de preenchimento e de saturação, testes de pressão d'água para investigar a permeabilidade dos solos e rochas e, principalmente, viscosidade já se faziam notar a partir daí. Desde então, percebeu-se a dificuldade de se injetar as super viscosas caldas de cimento, com viscosidades superiores a 3000cps, através de solos e rochas. Limitações à vista.

GLOSSÁRIO

Ácido húmico – qualquer dos vários ácidos orgânicos complexos em estado coloidal obtidos a partir do húmus (matéria orgânica preta decomposta). Solos contendo mais de 2% de material orgânico são, usualmente, considerados inadequados para injeção apenas de cimento. Da mesma forma, solos com pH menores que 5.

Uretano – resina produzida pela reação de um diisocianato com uma substância contendo pelo menos dois átomos de hidrogênio ativos, como um diol.

Centipoise (cps) – unidade de viscosidade. Geralmente compara-se em relação à viscosidade da água, que é 1cps.

Polímero – macromolécula constituída pela repetição de uma unidade molecular pequena denominada monômero.

As cidades não têm mais limites.

Além das cidades, existem muitas possibilidades. Sabe aquelas áreas pantanosas que, a princípio, pareciam impraticáveis para uma estrada ou uma comunidade, acredite, a preços baixos, podemos torná-las viáveis.

Pense em SOLOMAX. Turfas, argilas moles, areias fofas ou orgânicas podem ser modificadas para ter resistências adequadas à sua obra: problemas em estradas, taludes ou fundações, remanejamento de solo ruim, estaqueamento profundo, estacas de areia... Para nós não existem impossibilidades, carestia, limites...

Pense em Grouting. Pense em SOLOMAX.

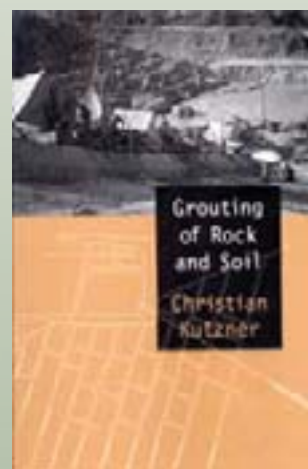
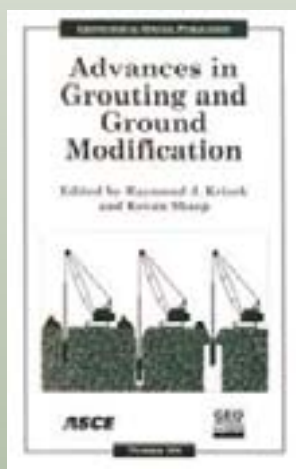
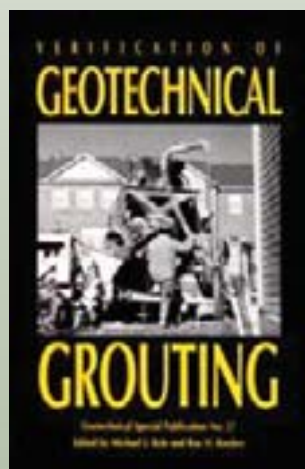
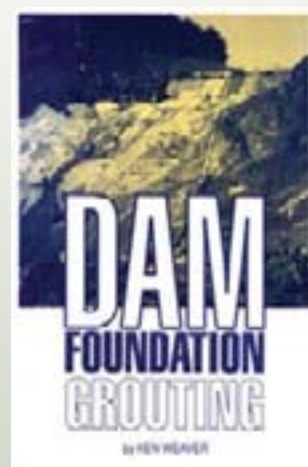
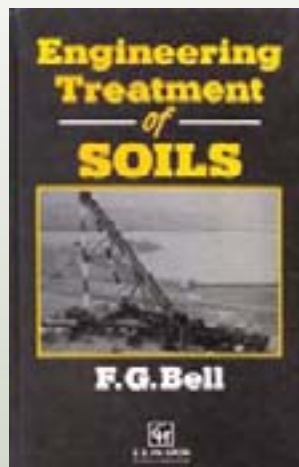
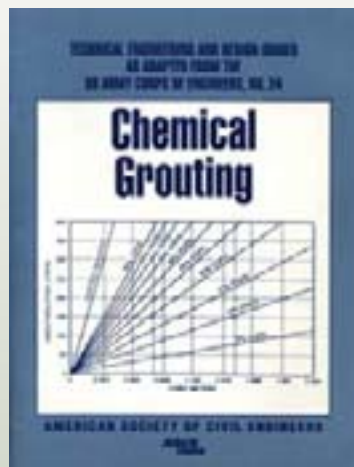
SOLOMAX

SOIL MODIFICATION
BY GROUTING

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862 / fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 01

Conheça mais sobre o grouting

Existe uma infinidade de livros alemães e americanos sobre grouting. Entre eles sugerimos:



Alguns anos mais tarde, o holandês H. Joosten inventou o uso de polímeros aglomerantes e modificadores químicos injetando, ao invés da calda de cimento, suspensões, soluções e emulsões, com viscosidades próxima à da água, nos vazios de solos argilosos e arenosos para incrementar suas características geotécnicas. Nascia o GROUTING.

Como é o Grouting?

O leque das opções de materiais aglomerantes poliméricos e modificadores químicos, sejam na forma de soluções, suspensões ou emulsões de origem inorgânica orgânica ou mista é grande. A química dos polímeros se expande a cada dia, possibilitando a introdução, em solos e rochas, de aglomerantes mais eficientes que o velho cimento portland, além de modificadores químicos tão fluidos quanto a água. Como são compatíveis com a própria água do solo

causam a diminuição da permeabilidade e/ou o aumento da resistência do solo/rocha. A regra básica e mágica do sucesso do grouting recai nas seguintes asserções:

- A química dos polímeros orgânicos e inorgânicos possui ultra-baixa viscosidade, menor que 10cps.
- Modificam a química do solo.
- São totalmente atóxicos ao solo ou à água freática.
- Utiliza bombas e misturadores simples, já que é fácil injetar, nos solos, emulsões ou soluções com viscosidade próxima à da água.
- Proximidade de preços com as tradicionais e baratas caldas de cimento, cuja viscosidade característica é superior a 3000cps.

A primeira das asserções, sem dúvida, é a principal característica para o tratamento de solos, principalmente os argilosos ou siltosos. Só para se ter uma idéia, compare

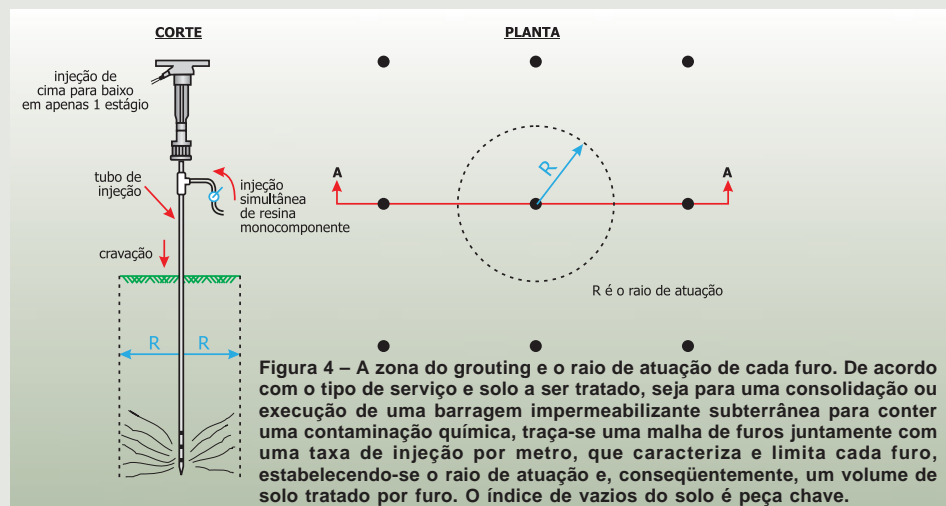


Nesta enseadeira, na barragem de JUPIÁ, situada no rio Paraná, em São Paulo, havia grandes infiltrações através do maciço. A utilização do grouting com a injeção de resina de poliuretano hidroexpansivo, própria para solos, interrompeu imediatamente o processo infiltrante ao mesmo tempo que estruturou a argila. Nos locais onde havia grande fluxo d'água, tanto no maciço quanto no encontro como o basalto, constatou-se a presença do grouting.

as limitações que a granulometria dos solos oferece para caldas e polímeros, no quadro da ASCE (American Society of Civil Engineers).

A teoria do grouting

O Grouting nasceu da prática e não da teoria. Exatamente pela facilidade e diversidade com que novos polímeros, que cada vez mais se inserem no mercado, interferem na química de areias, siltes e argilas. A moeda de troca, claro, é o fácil preenchimento dos vazios do solo com posterior endurecimento, passando a não mais existir aquela fase fluida inicial que acarretava características



ARGILA	SILTE	AREIA	CASCALHO
		CALDAS DE CIMENTO	
POLÍMEROS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS			
0,002mm	0,06mm	2mm	6mm

Figura 3 – Atuação (penetração) das caldas de cimento e dos polímeros frente à granulometria do solo, segundo a ASCE.



Montagem do corpo de prova para o ensaio triaxial.



Cravação do tubo de injeção ao mesmo tempo em que é injetado o polímero.

geotécnicas indesejáveis. Algo como a interligação dos vazios do solo com o conseqüente deslocamento do ar e parte da água intersticial para outras regiões fora da zona do Grouting. As dimensões da zona do grouting são formadas pelo dimensionamento do seu raio de atuação, a partir do tubo de injeção com a utilização prévia de uma taxa de injeção, tipo 100 litros por metro de cravação, obtendo-se um volume de solo tratado por furo. A pressão de injeção é sempre baixa, ou seja, varia de 0,1 a 1MPa, exatamente pelo

Em túneis e galerias com problemas de estabilidade?

POLYROCK

O grouting de poliuretano estrutural que em 6 minutos adiciona em rochas instáveis, resistências superiores a 100MPa. Quer mais?

POLYROCK

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 02

fato de se trabalhar com resinas de viscosidade próxima a da água, ou seja, próxima a 1 centipoise (cps). O que ocorre, em maior grau, ao se injetar uma suspensão ou solução química resinosa é o deslocamento da água intersticial. Em menor grau, ocorre a mistura da resina com a água do solo e ambas envolvem seus grãos, completando o tratamento. As resinas poliméricas normalmente utilizadas são:

- Solução aquosa sílico-uretano (SOLO-MAX).
- Solução aquosa de acrilamidas (WATER-CRIL).
- Solução hidroexpansiva de uretano (PH SOLO).
- MICROCIMENTO.

Dependendo da malha de furos e da taxa de injeção aplicada, poder-se-á ter incrementos na resistência à compressão do solo que variam de 10 a 100 toneladas/m². O esquema de tratamento do solo poderá ser feito em uma ou duas etapas, dependendo da estratégia a ser adotada.

Conhecendo o solo

O grouting exige o conhecimento do solo através de sua sondagem e, naturalmente, o motivo do tratamento, seja consolidação de uma fundação, estabilização de uma encosta ou um tratamento de solo contaminado, sujeito ao fluxo do lençol freático. De acordo com as camadas de solo apresenta-

GLOSSÁRIO

Suspensão – sistema, em geral, instável de partículas mais ou menos grosseiras de uma fase em outra fase. Sistema heterogêneo. Se as partículas forem suficientemente pequenas passam a chamar-se suspensão coloidal. Em geral distingue-se a suspensão da emulsão, sendo a primeira instável e grosseira, enquanto a segunda é mais fina e mais estável.

Emulsão – Sistema coloidal constituído de uma fase líquida dispersa em outra líquida. A emulsão mais comum é o leite, sendo a fase dispersa a gordura, o dispersante a água. As emulsões têm grande importância na técnica, pois grande número de óleos são usados com mais proveito em emulsão com a água e assim como grande número de polimerizações são efetuadas nestas condições. A tecnologia das tintas está sendo profundamente transformada pelo emprego de veículos plásticos emulsionados no lugar clássico do óleo com secativo.

Solução – mistura muito íntima, em escala molecular ou atômica, de composição variável que duas ou mais substâncias, capaz de ser resolvida (separada em seus constituintes) por processos físicos. As soluções podem apresentar-se em qualquer um dos três estados físicos (sólido, líquido ou gasoso).

Reações químicas de dupla troca – são reações onde duas substâncias compostas reagem trocando um dos seus elementos e produzindo duas novas substâncias compostas.

das na sondagem estima-se seu índice de vazios que, no final das contas, irá ditar o volume de resina a ser injetado. A profundidade do solo a ser tratado, logicamente tem a ver com o motivo do tratamento. Por exemplo, para um conjunto de sapatas a ser

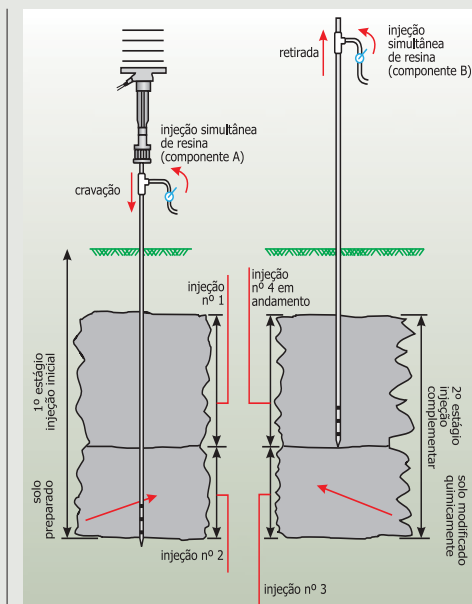


Figura 5 – Sequência típica de tratamento em solo com 2 estágios, em um furo (cravação e retirada do tubo de injeção), com a injeção de um polímero de dois componentes.

O material do grouting tem que:

- Penetrar facilmente no solo e rocha.
- Ter grande raio de atuação com baixa pressão.
- Preencher facilmente vazios de todos os tipos de tamanhos.
- Promover mudanças químicas ou, simplesmente, o encapsulamento dos grãos, seguido do endurecimento.
- Ser extremamente solúvel em contato com a parte líquida do solo, de modo a modificar sua matriz.



Para impermeabilizar com injeção, você não precisa mais se transformar...

WATERCRIL utiliza a própria água para interromper infiltrações em barragens, metrô e subsolos em geral. **WATERCRIL** entra como água e, em segundos, transforma-se numa borracha impermeável (gel) preenchendo os vazios e encapsulando o solo. **WATERCRIL** não contém solventes. É à base d'água. Ideal para grandes serviços porque é muito econômico. **WATERCRIL** é a maneira mais moderna de interromper infiltrações no concreto, em alvenarias e em solos, tornando-os estanques e estáveis. **WATERCRIL** tem viscosidade igual a da água e é injetado com bomba monocomponente normal.

...injete
WATERCRIL

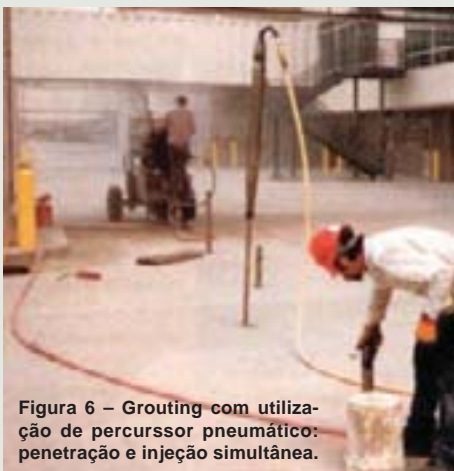


WATERCRIL
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862 / fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 03

O que é o grouting?

No contexto da estabilização de solos, GROUTING significa injetar líquidos quimicamente ativos e suspensões aquosas de sólidos através de tubos introduzidos no solo, promovendo o deslocamento parcial dos fluidos presentes em seus vazios, além da mistura, havendo, em seguida, a solidificação do conjunto. O resultado é a modificação das propriedades químicas do solo. As propriedades de um solo submetido a um GROUTING têm semelhança com aqueles materiais de granulometria fina e grossa submetidos a um cimento aglomerante. O contexto do solo tratado passa a comportar-se como uma rocha, onde impera a mistura por cisalhamento, dependente dos componentes coesão (devido ao poder aglomerante das resinas) e do atrito interno (devido ao confinamento das cargas), tudo inserido nos gráficos do círculo de MOHR. Após o GROUTING, o ângulo de atrito do solo natural é totalmente alterado, fazendo com que sua estrutura, como um todo, torne-se rígida, consoante com o tipo de trabalho realizado. O solo tratado passa a ter alta resistência à compressão e melhoria significativa em sua resistência à tração. Ora, a resistência de maciços rochosos alterados ou não dependem exclusivamente da resistência do componente mineral principal e da forma como está unido, seja por cimentação ou interlocking. Por outro lado, o estado de rutura de maciços rochosos é por cisalhamento, já que testes de compressão em corpos de prova não confinados, produzem rutura cizalhante oblíqua. É sabido também que, a resistência à compressão da maioria das rochas é bem superior às tensões impostas pelas construções, traduzida por uma resistência à compressão não confinada (RCNC) normalmente variando de 3 a 40MPa. A resistência à tração é raramente medida ou diretamente aplicada, possuindo valores variando de RCNC/8 a RCNC/20.

A comprovação da resistência de solos tratados com grouting insere-se no contexto dos testes para rochas, aos quais atribui-se uma margem de erro de 20% devido à heterogeneidade dos maciços. Os métodos triviais de avaliação são os testes de compressão não confinado, teste triaxial, teste de carga distribuída e o teste de cisalhamento com anel.



influência ou bulbo de pressões no solo. Com isto, e a interação resina/solo, poderá estimar resistências à compressão e cisalhamento a serem introduzidas no solo. A malha de furos, quer dizer, a quantidade de furos e a distância entre eles é função da sondagem e do motivo do tratamento. A partir daí, estabelece-se o raio de atuação de cada furo. O índice de vazios, novamente, é o fator condicionador. A presença do nível freático ou de solos saturados, como nas argilas moles, não tem interferência no grouting, já que as resinas utilizadas possuem propriedades reológicas e viscosidades semelhantes às da água, além de habilidade e manha para deslocá-las quimicamente devido a presença de surfactantes. Por outro

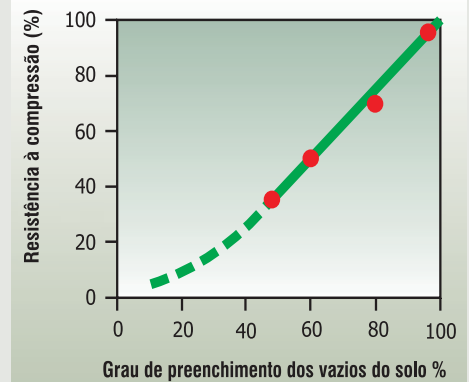


Figura 7 – Resistência a compressão de solos predominantemente arenosos estabilizados.

estabilizado necessitar-se-á conhecer suas dimensões, de modo a avaliar sua zona de

lado, a mistura com a água, em concentrações pré-determinadas, confere às partícu-

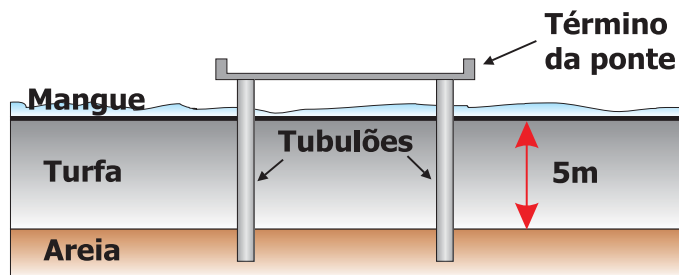


Figura 8 - Grouting sendo feito com argila mole orgânica em um poço de acesso a uma galeria de esgotos, para permitir a continuidade da escavação. Os furos foram feitos radialmente e no fundo do poço.



Figura 9 - Grouting impermeabilizante com polímero hidrófilo acrílico na interface concreto/rocha. A rocha é uma perigosa pirita com grande presença d'água.

Figura 10 - Sequência de fotos do grouting em uma turfa para correção do greide de acesso a uma ponte recém construída em Sergipe. Os 4m de aterro para corrigir o greide de acesso à ponte causariam grandes tensões nos dois tubulões no término da ponte.



A Vista em corte do solo e a situação dos dois tubulões extremos.



B A situação dos 2 tubulões e o pântano turfoso no limite da ponte.



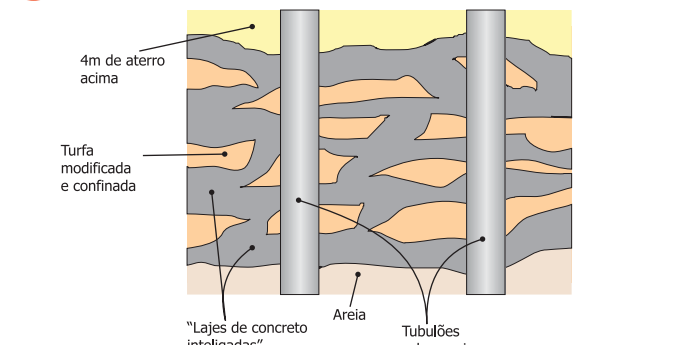
C O grouting em andamento com o misturador alimentando a bomba: diminutos equipamentos.



D Solo estabilizado com o grouting e os 4m de aterro sobre a turfa modificada.



E Detalhe da primeira "laje" com cerca de 20cm seguida de camada de turfa modificada e, a seguir, nova laje sob a lata de referência.



F Situação final após o grouting: o serviço custou a metade da solução convencional.

A situação de dois tubulões com camada de 5m de turfa amorfa envolvendo-os preocupava os projetistas, já que deveria haver uma camada de aterro futura com 4m de altura sobre a turfa. A solução foi a execução de uma malha de furos em torno dos dois tubulões e a execução do grouting. O resultado foi a formação de "lajes e paredes de concreto" com a injeção de SOLOMAX e calda de cimento bem fluida, em 2 estágios.

PATOLOGIAS NA OBRA?

RASISCAL
ENGENHARIA

Tel/Fax: (48) 437-0405
rasiscal@engeplus.com.br

TEMOS SOLUÇÕES PARA:

- RECALQUES EM FUNDAÇÕES
- CONSOLIDAÇÃO DE TERRENOS
- REFORÇO ESTRUTURAL
- ANÁLISE ESTRUTURAL
- IMPERMEABILIZAÇÃO COM INJEÇÃO E MUITO MAIS.

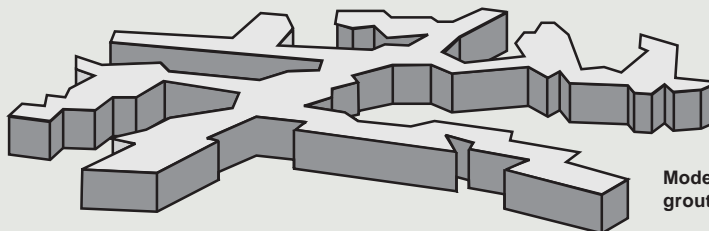
las propriedades aglomerantes, promovendo a modificação química do solo. Estas últimas características relacionam-se diretamente com o aumento substancial da coesão do solo.

Um caso típico:
Argilas moles versus SOLOMAX

Freqüentemente estabilizamos argilas moles ou turfas com SOLOMAX e calda de cimento. O resultado é a formação de uma

rede de “lajes de concreto interligadas”, em função da malha de furos executada, conferindo ao solo resistências superiores a 100 toneladas/m².

cálcicas. A estratégia de tratamento colocou em prática, então, SOLOMAX com a velha calda de cimento, rica em substâncias cálcicas, de acordo com o seguinte es-



Modelo geométrico padrão do grouting em argilas moles.

O tratamento

SOLOMAX é uma resina essencialmente inorgânica, embora contenha cadeias orgânicas à base de uretano, cuja função principal é promover reações químicas de simples e dupla troca, oferecendo átomos de sódio (Na) e recebendo, em troca, átomos de cálcio (Ca), para a formação de rígidos silicatos de cálcio, semelhantes ao cimento portland. Como em todos os solos há presença de cálcio, em maior ou menor grau, sugere-se quase sempre a utilização do SOLOMAX. A presença de argilas moles ou turfas, no entanto, implica quase sempre em baixa concentração de substâncias

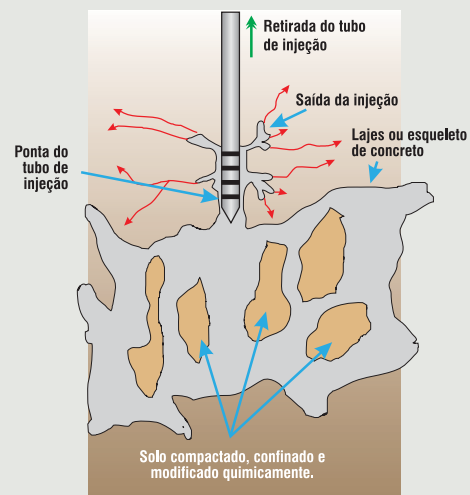


Figura 11 – A “concretagem” em torno do tubo de injeção.

Figura 10 – Checando o grouting com a interposição de um furo central na malha executada.

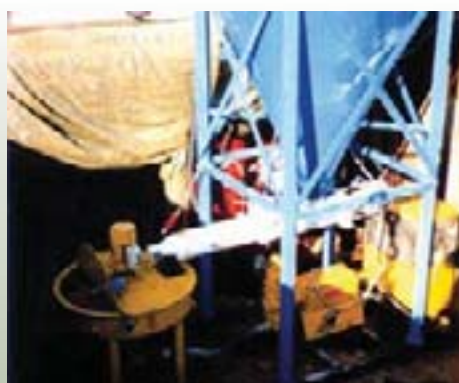
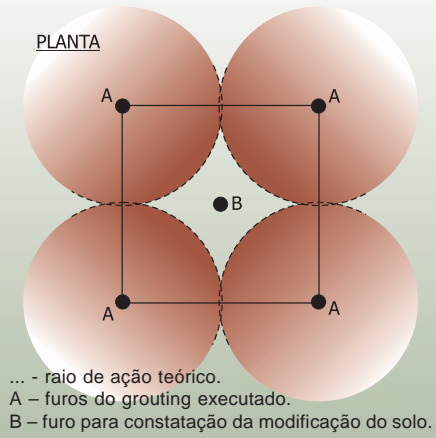


Figura 12 – Consolidação subaquática do solo em torno das estacas de uma ponte, com utilização de microcimento e tempo de pega extremamente curto.

quema:

- Injeção de SOLOMAX no 1º estágio (cração do tubo)
- Com viscosidade semelhante à da água, SOLOMAX penetra no solo, abrindo-o e capturando todas as substâncias cálcicas existentes. Sua alta concentração de aglomerantes à base de sódio, no entanto, deixa-o em compasso de espessura



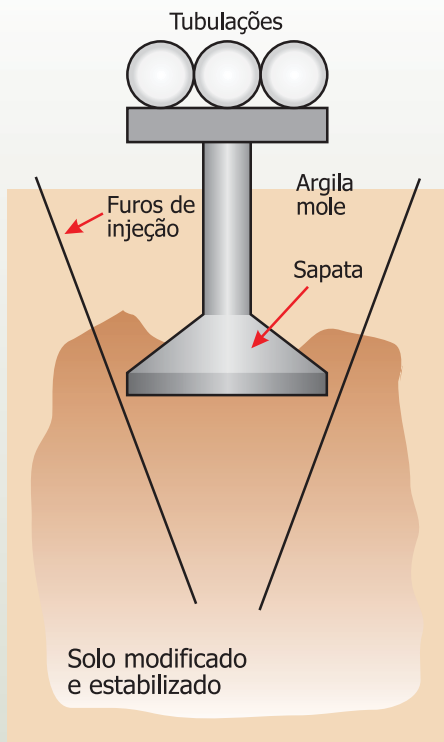
BOMBA R25 E MISTURADOR R80

A melhor ferramenta para a execução de Permeation Grouting.
Grandes trabalhos de estabilização com tão pouco investimento!

BOMBA R25 E MISTURADOR R80

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862 / fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 04

Figura 14 - As sapatas deste pipe-rack (veja fotos) foram estabilizadas com grouting.



A Linha de tubulações, apoiadas em pipe-racks, e pavimento em paralelepípedos submetidos a recalques sobre argila mole.



B Misturador e bomba de parafuso helicoidal: o equipamento do grouting.



C À esquerda o grouting em andamento. À direita, o início dos serviços.



E O grouting em andamento.



D Detalhe do tubo de injeção posicionado para o tratamento do pavimento de paralelepípedos.

ávido por maiores concentrações de substâncias cálcicas, para promover reações químicas de simples e dupla troca.

- Injeção de calda de cimento no 2º estágio (retirada do tubo)

A injeção de calda de cimento, com relação A/C em torno de 1, é tremendamente facilitada pelo aumento dos capilares e interstícios do solo pela injeção de SOLOMAX no 1º estágio do tratamento. O contato da calda de cimento com o ambiente rico em SOLOMAX desenvolve, em alguns minutos, uma rápida reação química aglomerante, envolvendo as partículas do solo. O resultado é a formação de uma rede de “lajes de concreto”, também chamada de “esqueleto de concreto”, totalmente interligada, que fornece excelente resistência à compressão e cisalhamento.

Alguns outros aspectos desta estratégia tornam-se interessantes de relatar. A rápida reação de pega da matriz cimentícia com o SOLOMAX:

- 1º) Neutraliza a ação do ácido húmico, prejudicial à química da hidratação do cimento portland, garantindo a completa efetivação da pega e do endurecimento.
- 2º) A injeção posterior da calda de cimento viabiliza economicamente o serviço, já que o litro injetado da calda é três vezes menor que o do SOLOMAX.
- 3º) A Injeção tanto do SOLOMAX quanto da calda de cimento é feita com o mesmo equipamento, ou seja, uma bomba simples de parafuso/rotor e um misturador.
- 4º) A presença da fase inorgânica do uretano no SOLOMAX confere capacidade aglomerante adicional ao solo.

Fax consulta nº 05



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Grouting.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.




Como será a recuperação do concreto no futuro próximo?

Joaquim Rodrigues

Conheça o futuro do concreto, armado ou protendido, além das novas tendências para os serviços de recuperação.

Sintomas como estes deixarão de existir, já que as armaduras à base de fibra de carbono ou vidro não corroem. Os materiais já existem. Em pouco tempo tornar-se-ão viáveis e substituirão o aço.



Todas as pesquisas confirmam a supremacia das fibras poliméricas em relação ao aço. Durabilidade a toda prova.

Indiscutivelmente teremos, no futuro próximo, um concreto básico feito de cimento, agregado e água. Entretanto, suas armaduras ou cabos de protensão que, efetivamente, seguram a barra das tensões de tração do compósito concreto armado-protendido serão outra. Breve, breve teremos:

- A era ou domínio do metal reativo aço, paulatinamente substituído. Em seu lugar teremos armaduras e cabos de protensão de polímeros à base de fibra de carbono e vidro, mais resistentes que o aço. O diferencial de preços praticamente não existirá. Claro, o problema da corrosão nas armaduras, cabos ou cordoalhas serão mera lembrança. O aço da construção continuará, porém bem menos problemático com relação à corrosão em razão de novos métodos de elaboração e proteção.

- Novos aditivos surgirão, conferindo ao concreto comportamentos diferenciados, principalmente no estado endurecido.
- As dosagens serão menos vulneráveis e bem específicas à demanda do mercado.

Naturalmente, já se vislumbram concretos bem mais duráveis, pois serão especificados de acordo com o ambiente imposto e, o que já é uma realidade, o nível da resistência à compressão será bem mais elevado. A indústria da recuperação será mais atuante, motivada pelos novos conhecimentos de patologias e estratégias de tratamento.

Com o nível de percepção de antigas patologias dentro do domínio do entendimento e compreensão da maioria dos técnicos envolvidos, programar-se-ão obras de recuperação bem mais duráveis e com garantias

GLOSSÁRIO

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

Polímero – substância com altíssimo peso molecular formada a partir de diminutas moléculas unidas por ligações covalentes. Podem ser formadas por um único tipo de molécula ou por uma variedade. Cadeia ou rede de unidades. Combinadas quimicamente, formadas a partir de monômeros pela polimerização. Por exemplo, o acetato de polivinila (PVA) é um polímero formado pela união de inúmeras unidades de acetato de vinila, sendo este um monômero.

mais reais. O chamado “vício da construção” praticamente será eliminado ou tratado na época ou imediatamente após a execução. Quer dizer, o conceito de monitoramento e manutenção efetivamente surgirá

Reforço Estrutural...

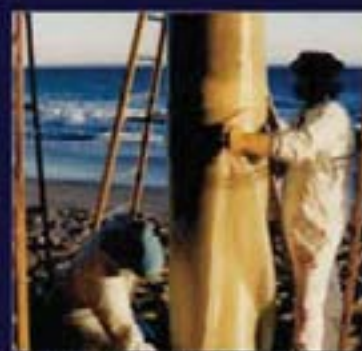
...só com sistemas MFC.



Manta de Fibra de Aço.



Manta de
Fibra de Carbono



Manta de Fibra de Kevlar

PRODUTOS MFC:

- *Manta de Fibra de Carbono*
- *Manta de Fibra de Kevlar*
- *Fita de Fibra de Carbono*
- *Barras de Fibra de Carbono*
- *Mantas de Fibra de Aço*
- *Fibra de Vidro Estrutural*
- *Tecnologia a toda prova*

Os sistemas de reforço estrutural MFC foram desenvolvidos no Japão e EUA com o mais perfeito requisito resistência-durabilidade.

Dispomos de uma formidável linha de produtos com acessoria técnica, para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.



Lider em Reforços Inteligentes

REFORÇO MFC

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 11

já nas primeiras idades da construção com programas realmente inteligentes.

Rumo à recuperação inteligente

Evidentemente, o que vimos, vemos e veremos em termos de monitoramento – manutenção – recuperação (MMR) continuará a depender da cabeça e do bolso de cada proprietário (timescale), cujo gatilho só é disparado quando em seqüência ocorre:

- Aparência inaceitável.
- Segurança estrutural.
- Mudança de uso.

Cada um destes fatores, por si só, já justifica o MMR. A maioria dos clientes, senão todos, acha que o MMR é pura força de barra, o que não é verdade. O que deve ser enfatizado é que o concreto armado-protendido é um material extremamente resistente e durável e, assim como nosso corpo, que também tem as mesmas qualidades, necessita de cuidados constantes. A deterioração precoce do concreto armado-protendido com cinco, dez ou vinte anos é injustificável e até mesmo imperdoável se entendermos que cada ambiente estabelece condições particulares de comportamento. Se compreendermos que todo concreto é susceptível ao ambiente que o cerca, ab-

sorvendo, acumulando e trocando figuras (reações químicas) com gases ou líquidos que lhe fazem contato, veremos que suas armaduras ou cabos de protensão também estarão numa furada. É por aí.

São perfeitamente conhecidos os danos que cada ambiente promove no concreto, seja o industrial, o marinho e o das grandes cidades. A necessidade do início do MMR deverá ser deflagrada logo ao término da construção. Dúvidas? Provavelmente. Mas, estruturas situadas em ambientes hostis como o marinho e o industrial jamais poderão se dar ao luxo de não tê-la desde o início. Realmente, é loucura a ordem de prejuízos que se sucedem, tanto para o bolso do cliente quanto para a própria estrutura. É inquestionável a comparação de custos com e sem MMR.

O futuro da recuperação estrutural

A elaboração de projetos mais conscientes, a surgência de novos materiais de construção-recuperação e a otimização de estratégias de construção mais adequadas, associadas à conscientização da manutenção preventiva diminuirão o número de recuperações em futuras construções. O enorme número de estruturas existentes, no en-

tanto, será responsável por uma quantidade crescente destes serviços, cada vez mais sofisticado. Nestes últimos 10 anos, só para ilustrar, acompanhamos significativas mudanças nos métodos de recuperação. Introduzidas exclusivamente pela revista RECUPERAR. Senão, vejamos:

• Na impermeabilização

- A injeção de resinas hidroativadas e expansivas, com células fechadas, no tratamento de fluxos d'água de barragens, reservatórios, metrô, túneis, subsolos etc.
- A injeção de géis, de baixa e ultra baixa viscosidade, para o tratamento de umidades (ausência de fluxo ativo).

• Estrutural

- Reforço com manta, barra e fita de carbono.
- Reforço com manta da fibra de aço.
- Monolitização sem a necessidade de

**"Inibidores de corrosão.
Você conhece?"**

Próxima edição de

RECUPERAR

MEDIDOR DOS POTENCIAIS DE CORROSÃO

SEMI-PILHA CPV-4

Para medir os potenciais de corrosão no concreto armado, já está disponível o novo conjunto semi-pilha CPV-4 com voltímetro digital. A semi-pilha CPV-4 é um revolucionário instrumento que mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar ou monitorar, de tempos em tempos, possíveis estados de corrosão e a sua evolução, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão (desplacamento de armaduras, fissuras, etc.).

SEMI-PILHA CPV-4
Tele-atendimento (0XX21) 2493-8862
Fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 12

FITA DE FIBRA DE CARBONO



STATE OF ART IN STRUCTURAL STRENGTHENING



Abre-se o sulco...

...aplica-se o epóxi...

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

...o preenchimento final com epóxi.

Fita de Fibra de Carbono MFC com Reforço por Sulco na Superfície (RSS)

Rapidez, Eficiência e Economia.

Fique por dentro!

**FITA
DE
FIBRA DE CARBONO
MFC**
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 13

injeção utilizando-se adesivos estruturais como METACRILATO.

• Corrosão

- A utilização de semipilhas para a investigação dos processos de corrosão.
- O emprego de proteção catódica para a interrogação da corrosão em armaduras e cabos de proteção de estruturas de edificações, enterrados e submersos.
- Tratamento da superfície do concreto aparente com hidrofugante silano concomitante com inibidores da corrosão, substituindo o tradicional verniz.

• Umidade em pisos

- Com o levantamento da umidade dinâmica com o TVA-OK estabeleceram-se valores qualitativos e quantitativos, eliminando antigos problemas de descolamento de pisos epóxicos e vinílicos.

• Reatividade álcali-agregado

- Estas metodologias, além de inovadoras, acarretam maior tempo de vida para os serviços. Como se vê, a tecnologia não pára.

REFERÊNCIAS

- **Joaquim Rodrigues** é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologia da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor técnico de diversas empresas.
- CIB (1998) Standardisation and Preassembly. Construction Industry Board, London.
- Concrete Society Design guidance for high-strength concrete. Concrete Society Techni-

- cal Report No. 49, Concrete Society, Slough.
- Friend, C. and Sheehan, T. Refurbishment of UK civil infrastructure: the benefits of an intelligent approach. In: Proceeding of the Third International Symposium on Intelligent Renewal of Civil Infrastructure Systems. World Scientific, Capri.
- HMSO The Construction (Design and Management) Regulations. HMSO, London.
- HMSO Sustainable Development – The UK Strategy. HMSO, London.

e-mail consulta nº 14



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análises.

www.recuperar.com.br

Você ainda usa verniz para proteger o concreto aparente?



Agora você tem SILANO-CORR, hidrofugante, específico para concreto aparente, com agentes inibidores da corrosão. SILANO-CORR não faz película. Sua durabilidade, que extrapola os 15 anos, faz com que seja utilizado em usinas nucleares. Aposente aquele verniz. **Mude para SILANO-CORR.**

SILANO-CORR
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
tos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 15

PASTILHA Z como cocadas?



SIM.

Principalmente em estruturas hidráulicas.

“Cocadas” de PASTILHAS Z é a solução, principalmente em estruturas hidráulicas, pois uniformizam a distância formarmadura e promovem toda aquela proteção que o aço deseja contra a corrosão durante, pelo menos, 15 anos. Cocada boa é PASTILHA Z.

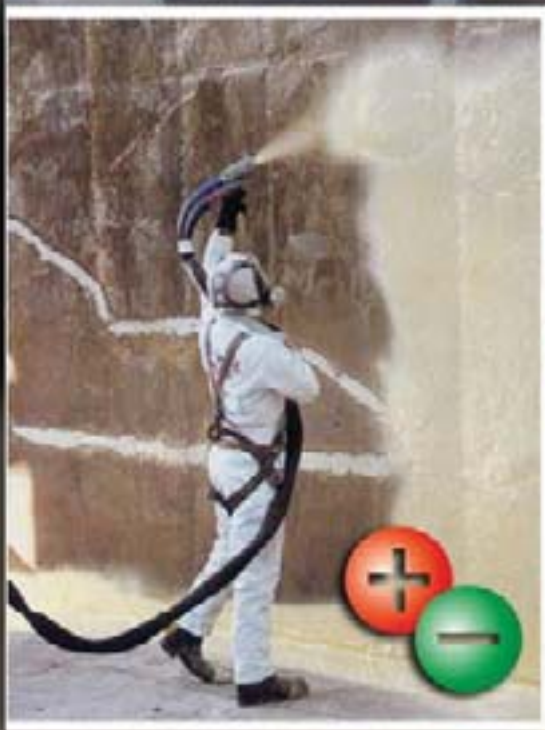
PASTILHA Z

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16

Segredos da corrosão VII

Os sais solúveis invisíveis

Você não os vê, mas eles estão por toda a superfície a ser pintada. Problemas à vista.



Joaquim Rodrigues

Pouco tempo após ter aplicado uma tinta de proteção sobre uma estrutura metálica, surgem problemas. Costumamos questionar o “será que” da seguinte maneira:

- A tinta era de boa qualidade?
- Aí, pensamos um pouquinho mais, com consciência, e questionamos:
- Será que a preparação da superfície não foi boa?

Nossas especificações, inclusive as mais

rigorosas, chamam a atenção para as seguintes questões:

- Classificam o ambiente corrosivo.
- Descrevem como se desenvolve o filme da pintura.
- Cita os mecanismos de proteção do filme da pintura.
- Cita os tipos de limpeza mecânica.
- Faz um estudo suscinto das tintas de proteção e da necessária seleção específica ao ambiente e ao tipo de superfície a ser protegida e, finalmente, chama a atenção para...
- Os defeitos que ocorrem nas pinturas.

É interessante ressaltar que, neste último item, nossas especificações mais representativas alertam que “são defeitos relacionados com a película, devido a fatores ligados à qualidade da tinta, à limpeza da superfície e às condições climáticas por ocasião da aplicação”.

Neste mesmo item, cita que a patologia por descascamento da película “pode ser

ocasionada pela contaminação da superfície. Mas a limpeza foi feita e, aparentemente, checkou-se a ausência de óleo, graxa, detritos, poeira, ferrugem, antigas películas, óxidos e outros produtos da corrosão”, conforme especificam as normas. Novamente entra em ação a velha química para nos alertar que nossas especificações são cegas para contaminantes não visíveis. De fato, resultados e mais resultados mostram que, mesmo o jateamento ao metal branco pode não ser suficiente para a remoção de contaminantes químicos chamados SAIS ÁGUA-SOLÚVEIS.

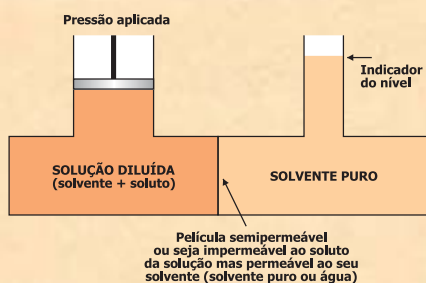
O que são sais solúveis?

A NACE, National Association of Corrosion Engineers, cita que qualquer substância iônica condutiva, solúvel em água, é considerada um sal. A Society for Protective Coatings, SSPC, define sal solúvel como “uma substância química, iônica que dissolve-se em água para formar uma solução



GLOSSÁRIO

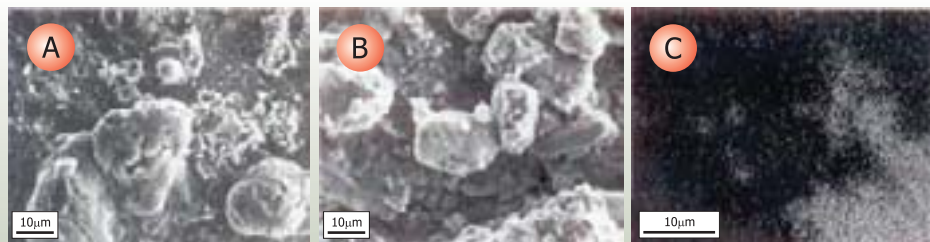
Osmose – passagem do solvente puro de uma solução diluída, através de uma película semipermeável para o outro lado. O sistema constituído



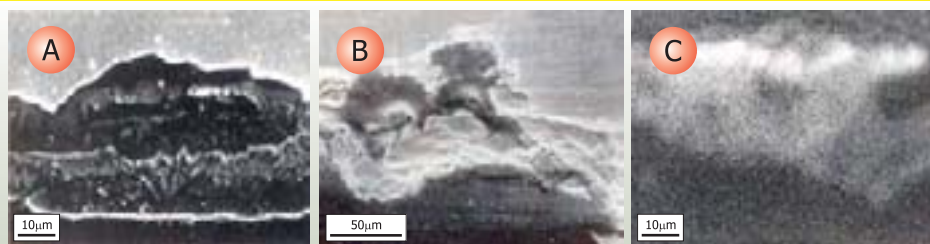
pelo solvente, pela película semipermeável entre ele e a solução não está em equilíbrio termodinâmico pois, em geral, o potencial químico do solvente puro é maior do que o de sua solução. Através da película ocorre, então, a passagem espontânea do solvente puro. Quando a película é permeável também ao soluto da solução, o fenômeno chama-se difusão. A pressão osmótica dependerá da concentração da solução e das propriedades do solvente.

Sal – substância iônica, ou seja, formada por partículas com cargas positivas e negativas, na forma sólida, líquida ou intermediária. São sensíveis a variações de calor, luz, pressão e corrente elétrica.

Eletrólito – a) substância formada por sais, ácidos ou bases, em estado líquido ou meio sólido, meio líquido, em que os figurantes são íons e se comportam como partículas livres seguindo movimento independente, conforme a direção/sentido da corrente elétrica que passam a conduzir ou carregar. b) solução de íons. c) um condutor iônico.



- Figura - Fotos tiradas da superfície de um aço ao microscópio eletrônico de varredura.
- aspecto da superfície do aço e seus produtos de corrosão quando contaminada por sais cloretos.
 - Outra superfície de um aço situado à beira mar, contaminado naturalmente com sais cloretos, durante um ano. Note a semelhança dos produtos da corrosão.
 - seção geral do mapeamento, feito por raios X, da presença de sais cloretos na superfície da amostra.



- Figura - Fotos tiradas de superfícies de um aço ao microscópio eletrônico de varredura.
- aspecto da superfície do aço e seus produtos de corrosão quando contaminado com cloretos em corte.
 - Outra superfície de aço contaminada por sais cloretos, durante um ano, à beira mar em corte. Note, com o aumento da imagem, a situação em corte do filme de sais solúveis apreciada ao longo e na foto em linha menor.
 - seção geral do mapeamento, feito por raios X, da presença de sais cloretos na superfície da amostra.

de íons positivos e negativos. De todos os sais normalmente presentes em uma superfície metálica, seja próxima ao mar ou num ambiente industrial, cloretos, sulfatos e nitratos são considerados os atores principais que representam, detonando prematuramente películas e tintas, em temporadas de apenas algumas semanas. Tudo bem, mas qual a quantidade limite de sais que poderá estar presente na superfície, sem que

haja comprometimento da (melhor) pintura? Para encurtar a conversa, vamos falar apenas da principal. A NASA, através de sua norma KSC-STD-001-D, identifica sais cloretos como os bandidos mais procurados pelos estragos que causam junto a superfícies metálicas e limita um máximo de 5µg (microgramas) por centímetro quadrado para que não causem problemas com películas de tintas. A Marinha dos EUA, por

sua vez, limita um máximo de $5\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para serviços sem imersão e $3\mu\text{g}/\text{cm}^2$ para serviços com imersão.

Porque brigam sais solúveis e películas de tinta?

A performance de uma película de tinta sobre uma superfície metálica ou de concreto é extremamente afetada pela presença dos sais solúveis. O efeito principal é a formação de bolhas na película de proteção. Este fenômeno, também chamado de empolamento e descascamento é, quase sempre erroneamente associado a “condições climáticas inadequadas quando da aplicação da tinta” ou a “formulações inadequadas”.

GLOSSÁRIO

Pilha osmótica – tipo de pilha que ocorre entre duas regiões parcialmente isoladas, devido a existência de concentrações desiguais de sais. A água flui da região com menor concentração salina, através da película de tinta, para a área de maior concentração, ocasionando, neste lado, uma pressão adicional na película.

Concentração – quantidade em peso, moles ou equivalente de uma substância contida em uma unidade de volume.

Solvente – substância que dissolve o soluto.

Soluto – substância que se dissolve em um solvente.

Ácido clorídrico (HCl) – solução de gás clorídrico em água.

A velha química nos mostra que os sais são substâncias higroscópicas por natureza, quer dizer, absorvem a umidade do ar. Um exemplo são os grãos de arroz que colocamos no saleiro para absorver umidade e impedir a formação de bolas de sal. Os sais



clorídrico, a pintura de proteção feita em plataformas deve-se neutralizar as superfícies, após o hidrojateamento de areia, com HCl . Torna-se obrigatória, também, a limpeza em final da presença de contaminantes, antes da pintura. Qualquer situação diferente desta torna a pintura de proteção um caro circuito vicioso.

cloratos, sulfatos e nitratos têm esta tendência quando depositados em uma superfície metálica, tornando um excelente meio condutor de eletricidade ou eletrólito, geralmente com características ácidas, desencadeando um prato cheio de problemas:

pilhas osmóticas e pilhas de corrosão na superfície do aço.

O cenário é similar para superfícies de concreto. Sais presentes em sua superfície absorvem umidade através da película de proteção, produzindo ácidos fracos, como o

Procura-se uma solução que:

- Atue sobre a contaminação existente em superfícies metálicas e concreto.
- Neutralize sais solúveis como cloretos, sulfatos e nitratos.
- Atue sobre superfícies de concreto, adentrando como água e neutralizando a contaminação por sais existentes dentro da peça estrutural.
- Promova a remoção total da contaminação em superfícies metálicas antes da pintura.
- Não seja tóxica ou inflamável.
- Reduza a zero a possibilidade da surgência de corrosão sob películas de proteção em peças metálicas.
- Combata a corrosão por cloretos nas armaduras do concreto.
- Possa ser aplicada com hidrojato.
- Não interfira com a adesão em pinturas de proteção.



É REMO-CLOR

REMO-CLOR é uma solução aquosa, incolor e com a mesma viscosidade da água, ou seja, é penetrante e altamente eficiente na busca e captura de íons salinos, como os cloretos, que detonam facilmente processos de corrosão. REMO-CLOR reage com estes íons, tornando-os inoperantes como oxidantes em processos de corrosão. A adição de REMO-CLOR em peças metálicas ou de concreto submetidas à contaminação desses sais, prolonga enormemente a vida das estruturas. REMO-CLOR é exatamente o que você queria.

REMO-CLOR

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740 / fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 19

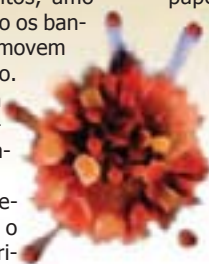


Uma - presença de sais contaminantes em tanques metálicos, sob a pintura de proteção, tanto no interior como externamente, é catastrófica.

Da onde vêm os cloretos, sulfatos e os nitratos?

Cloretos, sulfatos, nitratos, nitritos, amônia e também os íons ferrosos são os bandidos mais procurados, pois promovem gratuitamente a corrosão no aço. Estes íons negativos reagem com o aço (ferro) e formam sais iônicos do tipo cloreto ferroso, sulfato ferroso etc.

As principais fontes de sais cloretos são o ambiente marinho, o tratamento da água e as indústrias que fazem o branqueamento do



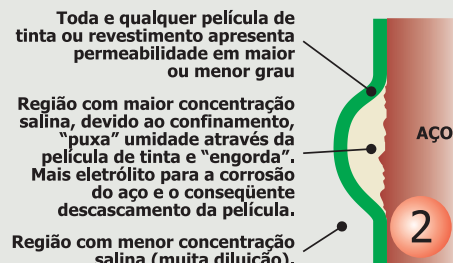
papel. Claro que existem outras. Os sais sulfatos são produzidos por fontes naturais, pelos gases de chaminés e por motores a diesel. Os nitratos também são remanescentes da fuligem dos motores a diesel, devido ao dióxido de enxofre, das emissões de motores a gasolina, devido a oxidação do óxido nitroso e do uso de toneladas de fertilizantes nitrogenados, os quais são oxidados como nitratos e amônia.

clorídrico (muriático) e o sulfúrico, que atacam a superfície do aço, corroendo-a. No caso das superfícies de concreto há a desintegração de uma diminuta espessura, suficiente para comprometer a adesão da tinta. Estes mesmos ácidos atuando em superfícies de concreto imersas ou sujeitas a grande umidade causam pilhas osmóticas. Razão pela qual joga-se roleta russa ao se fazer ataque ácido sobre o concreto para "limpeza".

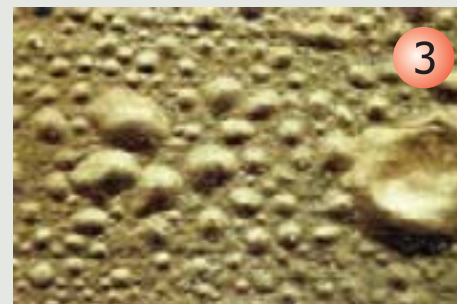
O fenômeno da pilha osmótica, também chamado de empolamento osmótico, produz sob a película de tinta/revestimento pres-

sões de centenas de MPa_s, suficientes para descolar qualquer revestimento sobre chapas de aço, por mais nobre ou "caro" que seja. Claro, porque os sais presentes na superfície metálica confinada formam uma solução altamente concentrada, ao passo que a água ou umidade atuante no lado externo da película apresenta concentração muito baixa. Esta água ou umidade é, então, "convidada a passar pela película" (com pouca ou muita velocidade dependendo do ambiente, da espessura e do tipo de tinta) provocando pilhas osmóticas e de corrosão na superfície do aço.

Só para se ter uma idéia, sais cloretos como o popular cloreto férrico, $FeCl_3$, presença constante e aos milhares em qualquer pilha de corrosão no aço ($1mg$ de $FeCl_3 = 3.686.600.000.000$ moléculas), logo, alto poder higroscópico na parada. Tais cloretos sulfatos e nitratos, uma vez presentes



Uma - Esquema do desenvolvimento de uma pilha osmótica teoria e prática.



Dúvidas ao lidar com corrosão?

- Estudos da corrosão.
- Acompanhamento forense.
- Treinamento e palestras.
- Especificações.
- Pesquisa e desenvolvimento.
- Consultoria.

CONSUL-CORR

Especialistas em corrosão.

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 20



Em lon arinas metálicas de pontes ou tubulações para líquidos corrosivos, a exigência é que se verifique a presença de sais contaminantes, antes da pintura de proteção.

na superfície metálica, promovem um trabalho de aderência, com altos níveis de energia, quebrando as pernas das ligações eletroquímicas, de modo a removê-las. Esta energia, obrigatoriamente, terá de ser na forma mecânica e química, e não apenas na base da primeira como é de praxe. A verdade é que a maioria dos técnicos e projetistas desconhece os requisitos químicos para a remoção daqueles penetras. Quer ver? Para uma limpeza supereficiente torna-se necessário:

- O pH da superfície metálica deve ser diminuído abaixo de 7, de modo a facilitar a quebra das ligações químicas.
- A limpeza química deve ser feita com produtos passíveis de serem diluídos em água da torneira que, por si só, contém cerca de 600ppm de cloretos, neutralizando-os de cara.
- Não pode ficar qualquer resíduo que interfira com a adesão das tintas/revestimentos.

O ideal é, após o hidrojateamento com areia, fazer outro hidrojateamento, com produto químico removedor de sais específico, utilizando energia mecânica superior a 20MPa

Como verificar a contaminação por sais solúveis?

Existem dois caminhos para descobri-los:

O primeiro, chamado "obtenção do íon específico", identifica o tipo e a quantidade do sal aqua-solúvel existente na superfície do aço. O segundo caminho, chamado de "condutividade" é qualitativo e identifica apenas se há sais solúveis na superfície do aço. Para a obtenção do íon específico basta utilizar kits específicos identificadores. Por outro lado, sais aqua-solúveis incrementam muito a condutividade elétrica da água pura. Quer dizer, água salgada conduz eletricidade muito melhor que água destilada (quimicamente pura). Logo, se molharmos a superfície do aço com água destilada e verificarmos que sua condutividade elétrica aumentou, certamente há presença de sais aqua-solúveis contaminantes. Repare que esta técnica não identifica que tipo de sal há na superfície. Existem três tipos de análise para a obtenção do íon específico:

Tipo de análise	Método
A – Esfregando a superfície	Tiras de titulação de cloretos Sonda de titulação de cloretos Tiras identificadoras de íons ferrosos
B – Usando a "camisinha"	Sonda de titulação de cloretos Tiras identificadoras de íons ferrosos
C – Confinando a superfície	Tiras de titulação de cloretos Sonda de titulação de cloretos Tiras identificadoras de íons ferrosos



Esfregando a superfície.



com camisinha.



confinando a superfície.

Para se analisar a condutividade basta colocar uma amostra de água destilada sobre a superfície e medir sua condutividade com medidores de condutividade portáteis. Poder-se-á utilizar os métodos de coleta discriminados na tabela acima para coletar amostras para análise da condutividade. O Instituto de Patologias da Construção fornece, gratuitamente (por e-mail), apostila dos métodos acima empregados.

Esgotos, Efluentes Industriais e Produtos Químicos Pesados?

É loucura deixar superfícies de concreto em contato direto com produtos extremamente ofensivos. Somente uma formulação epóxica, de forma garantida, atende a todas as exigências de resistência química e bacteriológica em estações de tratamento de esgotos e indústrias químicas, com garantia, o epóxi 28. Os demais vão para o sacrifício.

Só com
EPOXY 28

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 21

EQUIPAMENTOS DE INSPEÇÃO PARA SUPERFÍCIES DE AÇO E CONCRETO?



Monitoramento do da
temperatura e umidade do ar

Medidores de adesão
de revestimentos

Medidores da preparação
da superfície

Medidores de furos
e porosidades nos
revestimentos

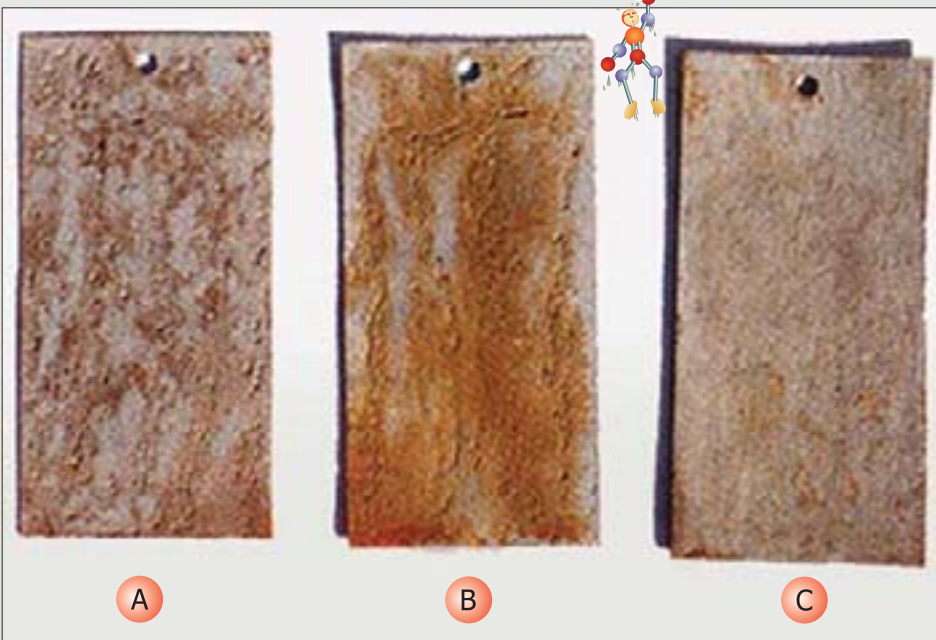
Medidores de espessuras
de revestimentos

Medidores da descontaminação
da superfície

Dispomos da maior linha de equipamentos que permitem o controle da qualidade da pintura de proteção, tanto em superfícies metálicas quanto sobre concreto, através de equipamentos de análises físicas e químicas.



www.rogertec.com.br
rogertec@infolink.com.br



igura - aínéis de aço contaminados com sais. Da esquerda para direita, o rau de preparação

- ateamento de areia.
- ateamento de areia á ua.
- ateamento de areia á ua se uido do idrojateamento com removedor de sais.

(3000psi) de modo a penetrar profundamente nos vales e cumes (visão ao microscópio) existentes na superfície do aço. Esta estratégia combina energia mecânica e química. Claro que a água e a areia utilizadas na primeira limpeza deverão ser checadas contra a presença de cloretos. O Instituto de Patologias da Construção fornece cópias gratuitas, por e-mail, da norma "Métodos para análise e tratamento dos sais solúveis em substratos",

SSPC-U4, da The Society for Protection Coatings (em inglês).

e-mail consulta nº 22



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Corrosão.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologia da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor técnico de diversas empresas.
- ASTM D 4940 Test Method for Conductimetric Analysis of Water Soluble Ionic Contamination of Blasting Abrasives.
- SSPC-SP 12 Surface Preparation and Cleaning of Steel and Other Hard Materials by High- and Ultrahigh-Pressure Water Jetting Prior to Recoating (NACE No. 5).
- Generic Coating Types, L. Smith, Ed., Technology Publishing Company, Pittsburgh.
- "Minimum Film Thickness for Protection of Hot-Rolled Steel: Results after 23 Years of Exposure at Kure Beach, North Carolina," M. Morcillo, New Concepts for Coating Protection of Steel Structures, ASTM STP 841, D.M. Berger and R.F. Wint, Eds., American Society for Testing and Materials.
- Corrosion Prevention by Protective Coatings, G.G. Munger, NACE.
- Chapter 24 of Protective Coatings, Fundamentals of Chemistry and Composition, Clive H. Hare, SSPC 94-17, Technology Publishing Company, Pittsburgh, PA.
- C.H. Hare, Trouble With Paint, Adhesion I, JPCL.
- Conventional and Underwater Construction and Repair Techniques, NAVFAC P-990, Naval Facilities Engineering Command, Alexandria, VA.

RECUPERAR

Não há ninguém no *repairbusiness* mais bem informado que você, assinante RECUPERAR.

www.recuperar.com.br



Quer conhecer o poder da água?

Em ETAs



Barragens

e muito mais.

Stik

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

Com o revolucionário STIK você mede na hora o poder oxidante (POX) da água ou de qualquer solução, assim como seu pH, temperatura, condutividade e o teor de cloro. Águas ou soluções com baixo POX corroem facilmente tubulações, o concreto e suas armaduras. POX é uma propriedade inerente a qualquer tipo d'água ou solução. O medidor STIK analisa a água em qualquer situação. É ideal, também, para quem trabalha em estações de tratamento de água, esgoto, barragens, fundações etc. Conheça hoje mesmo este revolucionário instrumento.



Você conhece a poliuréia?



Figura 1 - Seqüência de fotos evidenciando a ampla gama de aplicação das inúmeras variedades de poliuréias existentes no mercado.

Michelle Batista

Este é um revestimento que chegou e está marcando forte presença por sua versatilidade e resistência físico-química.

GLOSSÁRIO

Poliuretano – resina termoestável usada para fabricar espuma. Tanto rígida como flexível. Família de resinas produzidas reagindo diisocianato com substâncias orgânicas contendo dois ou mais hidrogênios para formar polímeros com grupos de isocianato livres. Estes grupos, sob a influência do calor ou de certos catalizadores, reagirão entre si ou com a água, glicóis, etc... para formar um outro material termoestável.

Módulo – relação entre tensão e deformação.

Pot-life – tempo durante o qual uma tinta ou revestimento pode ser aplicado, após ser preparado. Depende da temperatura e da umidade.

Nestes últimos trinta anos temos acompanhado o desenvolvimento de revestimentos poliméricos com grande espectro de módulos, resistência química e térmica elevada, pot-life variável e com cada vez menos solventes. Entre eles encontra-se o poliuretano (PU) e, mais recentemente, a poliuréia. Sem dúvida, o que mais alavancou o sucesso da poliuréia foi a exagerada quantidade de características benéficas, aliada a diversidade de equi-

pamentos de alta e baixa pressão criada para sua aplicação.

O que é poliuréia

Trata-se de um revestimento ou coating, lançado em 1990; com dois componentes: um isocianato quase prepolímero e uma mistura de resinas. O primeiro componente é uma combinação de cadeias terminadas em aminas, sem qualquer presença de um po-

Entre no mundo da **POLIURÉIA**



Com bomba de 2 componentes,
elétrica, sem necessidade de
calor e alta pressão...

...ou com minibomba
pneumática de duplo
cartucho...

...você também pode aplicar POLIURÉIA em spray.

Para proteger superfícies de concreto ou metálicas, utilizando spray, informe-se sobre estes dois novos equipamentos. Também para calafetar juntas de dilatação ou de controle ou para preencher micro-fissuras apenas vertendo-se, dispomos de inúmeras formulações de poliuréias, uma adequada à sua obra.

POLIURÉIA
E SEUS EQUIPAMENTOS

GLOSSÁRIO

Prepolímero – polímero com grau de polimerização entre o monômero ou monômeros introduzidos na formulação e o polímero final.

Monômero – um líquido orgânico de peso molecular relativamente baixo que forma um polímero sólido pela reação com ele mesmo ou com outras substâncias de baixo peso molecular, ou ambos.

Isocianato – é uma resina geralmente associada a um poliol formando, invariavelmente, durante a reação, um encadeamento de uretano. Este lugar comum é conhecido como a química dos uretanos.

Uretano – resina sintética similar ao poliuretano, muito usada para fazer espumas, elastômeros e filmes rígidos.

Polialcool – substância com mais de hidroxilas na molécula.

Poliéster – poliuretano feito através da reação de um poliácido com um polialcool.

Polímero – são formados por monômeros que, quimicamente, formam cadeias ou unidades repetidas (polimerização).

lialcool. A mistura dos dois produtos promove a surgência da uréia.

Para quem lida com poliuretanos (PU) jura que não há diferença em relação a poliuréia, já que as resinas à base de aminas poliéter (componente da poliuréia) ou à base de hidroxilas poliéster/poliéter (componente do PU) são identificadas com poliuretano. Mas há quem brigue pela diferença. Tudo bem.

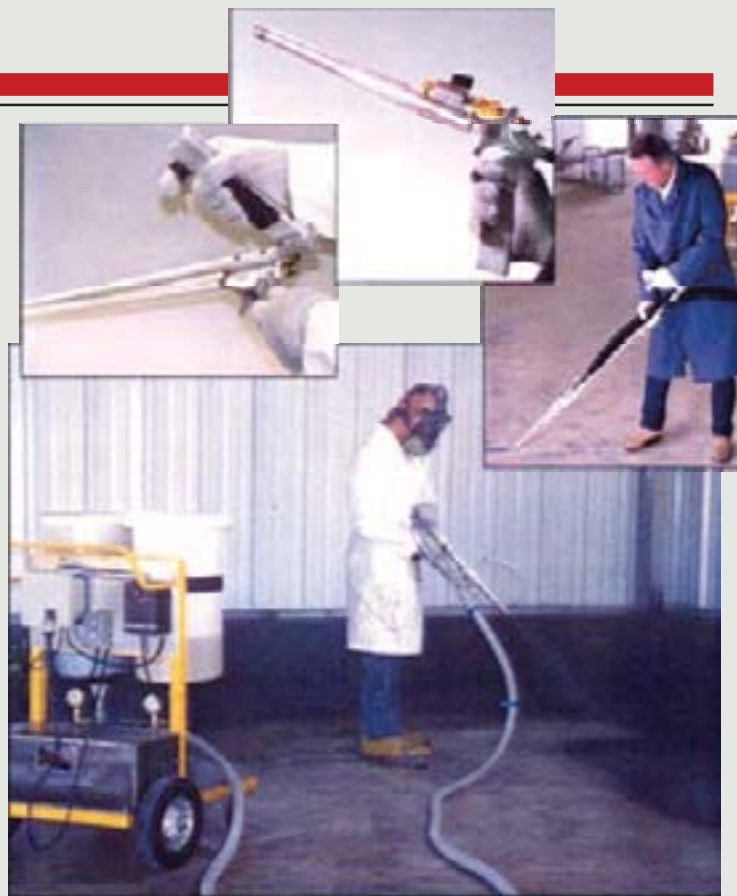
As necessidades do mercado

Qualquer engenheiro ou técnico que trabalhe na área de manutenção/recuperação industrial sonha em ter revestimentos ou coatings insensíveis à umidade ou a água, cura rápida, características físicas marcantes, excelente adesão, grande resistência à tração e, claro, também química. O sonho virou realidade. É a poliuréia.

Seu tempo de reação é extremamente rápi-

Figura 2 - Até então equipamentos sofisticados e caros limitavam a utilização da poliuréia.

Equipamentos como este, com baixa pressão, ausência de aquecimento e muita simplicidade, tanto para spray quanto para calafetamento viabilizam a poliuréia.



do, algo entre 5 e 15 segundos, o que a impede de reagir com a umidade, na forma de minúsculas gotinhas d'água presentes nas superfícies do concreto ou aço. Realmente, é uma tremenda vantagem já que ninguém quer perder tempo dentro de uma indústria. O mesmo não se pode dizer para epóxis e PUs que, geralmente, necessitam de, pelo menos, 24 a 48 horas para serem liberados. Provavelmente, o maior mercado da poliuréia seja a da proteção àquelas tubulações que são enterradas, imediatamente após a pintura. Mas vamos falar de suas características, que é o que interessa, não

esquecendo que para regiões externas dever-se-á exigir poliuréia à base de isocianato alifático para resistir bem ao tranco do tempo e permanecer estável à degradação da radiação ultravioleta.

Insensibilidade à umidade

Definitivamente, poliuréias são insensíveis à umidade. Engraçado, pois o PU convencional, por outro lado, tem pavor da umidade, seja na superfície a ser protegida, seja no próprio ar atmosférico carregado. PUs, nesta situação, reagem com a umidade do

PVC MANTA

MANTA DE PVC FLEXÍVEL ULTRA RESISTENTE

A melhor solução impermeabilizante

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

Bacias de dejetos.

Canais.

Edifícios.

Tanques.

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

PVC MANTA

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-4702 • fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br • Fax consulta n° 26



Figura 3 - Mais simplificação ainda para aplicação da poliuréia. Com esta pistola pneumática de duplo cartucho, alimentada por qualquer compressorzinho, você pode aplicar muitos tipos de poliuréia.

substrato ou com o excesso de umidade do ar e produzem o gás dióxido de carbono, CO₂, provocando leve presença de espuma ou muitos furos na película. Com a poliuréia ocorre que a reação do componente A com o B é tão rápida que a umidade não entra. Muito bom pra gente, pois naqueles meses com excesso de umidade no ar as superfícies ficam comprometidas, obrigando o uso de resinas insensíveis à umidade. Claro que superfícies com excesso de umidade não é bom para a adesão da poliuréia que, devido

a rapidez de sua polimerização, limita a “molhagem” da superfície e conseqüente penetração para promover uma boa ancoragem do filme. Razão pela qual dever-se-á fazer testes de arrancamento da película.

Adesão

Nem todos os engenheiros e técnicos sabem que o segredo de uma boa adesão está na correta preparação da superfície. Assim sendo, dever-se-á buscar informações a respeito da preparação mais adequada, consoante com a superfície, seja ela concreto ou aço. Para o concreto dever-se-á exigir a remoção da nata superficial. Para o aço, um hidrojateamento de areia, de modo a se es-

Propriedades físicas típicas de uma poliuréia

Teor volátil	0
% sólidos	100%
Alongamento	Superior a 800%
Resistência à Tração	28MPa
Dureza Shore A	~ 30
Dureza Shore D	~ 75
Temperatura de Serviço	- 50 a 150C

Metacrilato

Penetração inigualável

Com viscosidade igual a da água, o METACRILATO preenche e monolitiza qualquer trinca ou fissura, de até 0,05mm de abertura, em pisos, apenas vertendo-se o produto. Em apenas meia hora, com o METACRILATO também se monolitiza trincas e fissuras em vigas e pilares, de maneira fácil e rápida. Basta fazer um pequeno furo na parte superior da peça e verter o produto com a ajuda de um pequeno funil. Não fique perdido no tempo das injeções.



METACRILATO

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-4702 / fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 27



A poliuréia poliaspártica é uma excelente opção para a proteção de peças pesadas expostas ao tempo. Com um mínimo de película, até 150 micrômetros, obtem-se durabilidades superiores a 15 anos.



A área industrial é a maior beneficiada pela poliuréia.



A poliuréia também tem excelentes selantes ou elastômeros para juntas de dilatação. Aderem tenazmente nas bordas do concreto (juntas) e possuem alongamento superior a 600%. Após 30 minutos o piso pode ser liberado.

tabelecer um perfil superficial adequado ao revestimento a ser aplicado.

Resistência à tração

Já existem no mercado poliuréias com alto e baixo módulo, quer dizer, o filme poderá ser rígido ou elastomérico. Como em qualquer serviço a impermeabilização exige revestimentos com baixo módulo e com alto poder de alongamento. As poliuréias adequam-se tranqüilamente a este perfil possuindo, adi-

cionalmente, excelente resistência à punção, ao rasgo e, mais importante ainda, preenchem profundamente trincas e fissuras, aceitando tranqüilamente o jogo de dilatação/contração imposto, particularmente pela temperatura.

Outras características

As poliuréias também são fornecidas em duplos cartuchos para preenchimento de trincas (como o METACRILATO) e de juntas de controle (serradas) em pisos industriais. Até pouco tempo atrás trabalhar com poliuréia exigia sofisticados equipamentos de aplicação por spray à base de dois componentes, aquecimento na bomba e alta pres-

são. Hoje já existem formulações de poliuréias aplicáveis com bombas de dois componentes de baixa pressão, sem necessidade de aquecimento. O aquecimento de cada componente visa reduzir a viscosidade, o que otimiza a mistura, o fluxo na bomba e o binômio aplicação/assentamento da película. É interessante relatar que já existem associações da poliuréia com outras resinas nobres como o epóxi e o silicone, obtendo-se

Quadro comparativo entre resinas típicas

Comportamento	Poliuréia	Poliuretano	Poliéster	Epóxi	Estervinílico	Acrílico	Polissulfeto
Alongamento	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa-média	Alta
Resistência a impactos	Alta	Média-alta	Média	Média	Média	Média-alta	Média-alta
Resistência à abrasão	Alta	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Média
Adesão ao concreto	Baixa-alta	Baixa-média	Média	Alta	Média	Baixa-média	Baixa-média
Retração causada pela cura	Baixo	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Alta	Baixa
Permeabilidade	Baixa	Média-alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa-média	Média-alta
Resistência a UV	Média-alta	Baixa-alta	Média-alta	Baixa	Média	Alta	Alta
Fluência (creep)	Baixa	Alta	Baixa-média	Baixa-média	Baixa-média	Baixa-média	Alta
Resistência a temperaturas	Baixa-alta	Média	Baixa-média	Média-alta	Média-alta	Média	Baixa-média
Resistência Química							
Ácidos minerais	Baixa-alta	Baixa-média	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Média	Baixa-média
Ácidos orgânicos	Média	Baixa-média	Alta	Média	Alta	Média	Baixa-média
Álcalis	Média-alta	Baixa-média	Média	Alta	Alta	Alta	Baixa-média
Solventes clorados	Baixa-média	Baixa-média	Baixa-média	Baixa-alta	Média-alta	Baixa-média	Baixa-média
Solventes oxigenados	Baixa-média	Baixa-média	Baixa-alta	Baixa-alta	Média-alta	Baixa-média	Baixa-média
Solventes de hidrocarbonetos	Baixa-média	Baixa-média	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Baixa-alta	Baixa-média
Sais	Alta	Média-alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Média-alta
Água	Alta	Baixa-alta	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Média-alta	Baixa-alta

LABORATÓRIOS?

A E E desen ol e tra al o de a oio s in d stris e institui es de es uisas nas reas úímica e iol gica, sem re uscando no as arcerias, tra al an do rinci almente com marcas e rodutos com certifica o I

l m de grande ariedade de reagentes e itens com le mentares, ossui todos os e ui amentos ara seu la ora t rio na uantidade ue oc recisa asta ligar

INSTRUMENTOS



Cabinas de Luz



Espectrofotômetros Colorimétricos



Medidor de Potencial Zeta



Durômetros



Granulômetro



Rheômetros



Colorímetros Lovibond



Máquina de Ensaios Universais

REAGENTES



Somos especializados em equipamentos para laboratórios, possuindo linha completa de vidraria, reagentes e equipamentos de análises físicas e químicas, kits para análises químicas e biológicas, meios de cultura etc.



Linha completa de vidraria Brand de procedência alemã. Cada peça com certificado individual **ISO 9001**.



www.rogertec.com.br
rogertec@infolink.com.br
Tel.: (21) 2494-4099
Fax: (21) 2493-5553



A poliuréia, hoje, é uma das grandes opções para a proteção de pisos comerciais e industriais.

GLOSSÁRIO

Poliaspártico – formulação baseada na reação de substâncias éster poliaspárticas. Trata-se de uma amina alifática secundária com polissocianato alifático, que não amarela ao tempo, tem excelente durabilidade e longo pot-ílife.

Aromático – caracterizado pela presença de anéis benzínicos, com bastante odor. Sistemas aromáticos não podem ser aplicados externamente.

Amina – um tipo de resina termorrígida proveniente da reação de um formaldeído e um álcool, comumente chamada de melamina ou resina da uréia, extremamente resistente.

formulações ainda mais específicas. Mais ainda, já existem fundações em que misturam-se os dois. De qualquer maneira, ter-se-á fundações com três características básicas: aromáticas, alifáticas e poliaspárticas. A aplicação destes produtos por spray exige o uso de máscaras específicas e óculos adequados, além de boa ventilação, sem o que haverá alterações no pâncreas, fígado, na tireóide e nos olhos. Há constatação de tumores em ratos, exatamente naqueles órgãos citados. Portanto, o produto é bom, mas tome cuidado.

e-mail consulta nº 28



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.
- Lambourne, R. Paint and surface coatings theory and practice.
- Pavel, Swaraj. Surface coatings science and technologies.
- Solomon, D.H. The chemistry of organic film formers.
- S. Lutra, T.D. Wayt, P.E. Yeske. Applications of polyaspartic esters in polyurea coatings.

RECUPERAR

é
Repairbusiness

www.recuperar.com.br



EXISTE UMA FORMA MAIS INTELIGENTE DE DETONAR UMA ESTRUTURA OU ROCHA.



DEMOX CIMENTO EXPANSIVO

DEMOX é um revolucionário cimento extremamente expansivo, ideal para corte de rochas e concreto. DEMOX age em função da dilatação de seu volume, exercendo nas paredes do furo força superior a 8.000t/m², provocando fraturas no material. DEMOX é um produto altamente ecológico, pois além de não ser explosivo, não produz gases e resíduos nocivos.

Seu campo de ação é praticamente ilimitado. Serve para romper, cortar e demolir rochas, concreto, concreto armado em situações onde, por razões de segurança ou preservação do meio ambiente, o uso de explosivos não seja possível.

Pode ser usado, repetição do que já foi dito acima, para a execução dos seguintes trabalhos:

- escavações de fundações
- correção de rochas para construção de estradas

- escavações de valas para posicionamento de dutos
- escavações subterrâneas
- escavações marítimas, mesmo submarinas
- eliminação de blocos de pedra
- demolição de pilares, torres e paredes (de concreto armado ou não)
- demolição de fundações
- pré-fissuramento de formações rochosas com a criação de blocos isolados.

Qualquer pessoa pode usar. Não é perigoso, não provoca lançamento de detritos, não forma gases nem produz qualquer tipo de vibração. Para utilizá-lo não é necessária nenhuma permissão ou licença de qualquer órgão governamental ou de meio-ambiente como acontece com os explosivos.

Use tecnologia. Use DEMOX.

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862 • fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br • Fax consulta nº 29