

# Fibras Sintéticas

Mais razões para você usar este agregado que tanta falta faz a concretos e argamassas.

**Carlos Carvalho Rocha**



Falar em reforço quando da aplicação de fibras sintéticas não é inteiramente correto, pois não substituem as armaduras estruturais.

Efetivamente, pouco ou nada acrescentam em termos de resistência. No entanto, as armaduras estruturais também não promovem nenhum benefício ao concreto enquanto plástico ou propriamente durante seu processo de endurecimento. Aí está o verdadeiro propósito da utilização das fibras sintéticas. Sua maior utilização está nos pisos de concreto, com o propósito de reduzir ou eliminar aquelas indesejáveis trincas/fissuras motivadas pela retração plástica. É muito utilizada também na concretagem de peças pré-moldadas, de modo a aumentar a resistência das peças contra as tensões que ocorrem durante o seu traslado, na própria fábrica. Seu uso é extraordinário em concretos bombeados, melhorando sua coesão e em concretos projetados, reduzindo a reflexão e, conseqüentemente, a perda de material.

### Como as fibras combatem as trincas de retração

As trincas de retração são relativamente pequenas, irregulares e se desenvolvem de forma mais intensa durante as suas primeiras 24 horas. Normalmente desenvolvem-se ao longo de toda a espessura (ou altura) da placa do piso, motivado pela retração plástica (ocorre antes que o concreto alcance o início da pega) ou pela retração de secagem (ocorre após a pega do concreto).

Todo concreto e argamassa de cimento Portland retrai após o seu lançamento, devido

*continua na pág. 6*

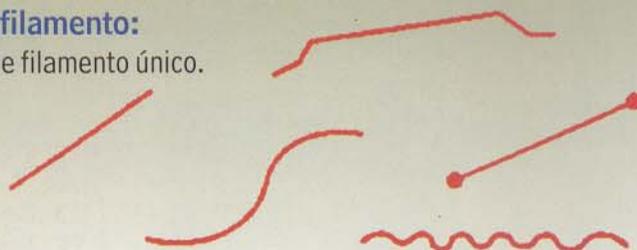


A utilização de fibra sintética é fundamental em todo e qualquer tipo de piso de concreto, já que, praticamente, zeram a formação de trincas.

### Geometria das fibras

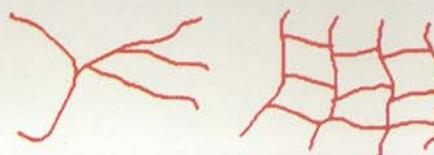
#### • Monofilamento:

Fibra de filamento único.



#### • Fibrilada:

Fibra com ramificação.





Com quatro bombas, cerca de 35 caminhões betoneiras por hora e uma grande quantidade de operários dando acabamento é possível executar esta laje com 65m de diâmetro em menos de 5 horas. A fibra sintética é essencial.

a mudança de volume, causado pela perda de umidade. Se esta retração ocorresse sem qualquer restrição a este movimento, o concreto não trincaria, o que é meio utópico. No caso, por exemplo, dos pisos de concreto, sempre há, pelo menos, alguma restrição, que pode ser de sua fundação, de alguma parte de sua estrutura ou por sua própria armadura.

A restrição também se desenvolve durante o que se denomina retração diferencial, quando o concreto na superfície retrai mais rápido do que a camada inferior. Como sabemos, se as tensões de tração causadas pela restrição excedem a resistência de tração do concreto, ocorrem as trincas.

Precauções como manter o concreto úmido durante a cura, seja cobrindo-o ou aplicando alguma película de cura, reduzem a evaporação da água adicional (trabalhabilidade) que, de um modo ou de outro, irá sair. O fato é que, mesmo com todas as precauções, as trincas de retração podem ocorrer.

A performance dos concretos armados com fibras (CAF) ou das argamassas armadas com fibras (AAF) é alterada, na medida que

se varia o tipo de aglomerante empregado na massa, o material da fibra, sua geometria, distribuição, orientação e densidade. Esta armadura tridimensional ajuda, sobremaneira, o concreto a distribuir as tensões de tração durante a sua mudança de volume ou, em outras palavras, a melhorar a performance da matriz fraturante dos materiais de construção. À medida que as trincas tendem a se

formar, as fibras são solicitadas, impedindo ou reduzindo drasticamente sua abertura e profundidade. Diversas pesquisas, com diferentes tipos de fibras, indicaram os seguintes benefícios adicionais:

- Aumento de 10 a 50% na resistência de impacto.
- Diminuição na permeabilidade, em torno de 40%.

#### PROPRIEDADES TÍPICAS DAS FIBRAS SINTÉTICAS

Fibra	Peso Específico	Resistência à tração (MPa)	Módulo de elasticidade (MPa)	Alongamento na Rutura (%)
Polipropileno	0,90	700	3500	~ 25
Nylon	1,16	900	5100	~ 20



Feixes fechados de fibras fibriladas.



Os mesmos feixes abertos.

## Polipropileno



Com o uso das fibras sintéticas é necessário saber a hora certa para iniciar o acabamento.

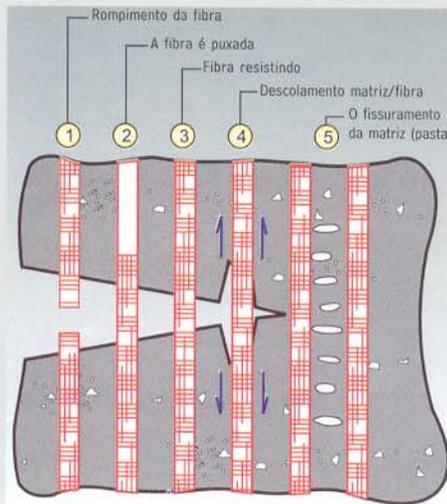
- Aumento da resistência à abrasão em torno dos 35%.
- Pouco ou quase nenhum aumento na resistência à compressão, flexão, tração e também no módulo de elasticidade do concreto.

Reconhecendo a performance das fibras sintéticas no concreto, a ASTM formulou duas importantes normas:

- ASTM C 1018 – Teste de dureza à flexão e resistência às primeiras trincas em CAF.
- ASTM C 1116 – Especificação padrão para CAF e concreto projetado.

### Os tipos de fibras sintéticas

O número de fornecedores de fibras sintéticas cresceu nos três últimos anos, dando à empresa de recuperação ou à construtora mais opções de escolha. Os principais tipos disponíveis no mercado nacional são de



Esquema de funcionamento da fibra dentro da matriz da massa.

polipropileno e nylon e, de acordo com o serviço a ser realizado, deverá haver uma perfeita escolha no tocante ao tipo, comprimento, geometria e espessura.

É a fibra que mais se usa no Brasil e no mundo. São hidrófobas e, portanto, não absorvem água, não tendo qualquer influência na dosagem do concreto ou da argamassa. São vendidas no formato fibrilada e de monofilamento com comprimentos que variam de 6 a 65mm. Quando adicionadas ao concreto, as fibriladas promovem a abertura de sua estrutura, formando uma verdadeira rede interligada, promovendo uma ancoragem mecânica na pasta de cimento (matriz). As de monofilamento têm o formato cilíndrico e são extremamente finas, lembrando um fio de cabelo grosso. Dispersam-se durante a mistura. Pelo fato dos fios serem lisos e terem uma área superficial pequena, não ancoram tão bem na matriz aglomerante quanto as fibriladas. Em razão destas diferenças entre fibras fibriladas e de monofilamento, poder-se-á aferir (naturalmente com base em pesquisas realizadas) o seguinte:

- A dosagem de fibras fibriladas é menor em relação às de monofilamento quando



O acabamento feito com a ferramenta errada, ou mesmo utilizando-se a acabadora mecânica certa no tempo errado, dará problemas.

**EPT** ENGENHARIA  
E PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS S.A.

35  
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 - Corlinas 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



## SAIBA COMO ESPECIFICAR AS FIBRAS SINTÉTICAS



Este material melhora em muito a performance do concreto, mas não garante uma ausência total de fissuras e/ou trincas. Abaixo, apresentamos uma lista de informações que o ajudarão na decisão pelo uso ou não das fibras.

### Especifique as fibras para:

- Reduzir a formação de trincas, devido a retração plástica.
- Substituir ou complementar a tela metálica, como armadura secundária, de modo a inibir a formação prematura de trincas devido a retração.
- Reduzir a permeabilidade do concreto.
- Melhorar a abrasão e a resistência a impactos.
- Melhorar a coesão e reduzir a reflexão em concretos/argamassas projetados.
- Áreas sujeitas a ataque químico e bacteriológico.
- Diminuir as trincas resultantes de tensões externas (por exemplo, temperatura, umidade,...).

### Não especifique as fibras para:

- Controle de tensões externas, especificamente.
- Substituir alguma armadura estrutural.
- Eliminação ou redução do processo de empenamento e fluência que ocorrem em pisos.
- Aumentar a distância entre juntas de controle.
- Reduzir a espessura, previamente especificada, de revestimentos, pavimentos e pisos.

objetiva-se o aumento da ductilidade e da capacidade de carga pós fissuramento.

- As fibras com monofilamento são introduzidas no concreto com o objetivo de adicionar benefícios apenas a curto prazo, neutralizando as trincas de retração plástica durante as primeiras horas após o lançamento do concreto.
- As fibras fibriladas, devido a uma maior interação com a matriz hospedeira, adiciona benefícios a curto e longo prazo, interferindo no comportamento mecânico do concreto, de acordo com a ação higro-térmica nele imposta.

### Nylon

São fabricadas apenas no formato de monofilamento e distinguem-se das de polipropileno, principalmente, pela sua natureza hidrófila. Estas fibras retêm ou absorvem cerca de 4,5% da umidade da massa, seja de concretos ou argamassas, promovendo uma ancoragem química na matriz, ao contrário das de polipropileno que promovem uma ancoragem mecânica. Usualmente, utiliza-se cerca de 500 gramas de fibras de nylon por metro cúbico de concreto.

### Dicas para utilização das fibras sintéticas

As fibras devem ser adicionadas juntamente com o agregado graúdo e o miúdo durante a mistura na central ou na betoneira. Caso as fibras sejam lançadas após o concreto

pronto, dever-se-á utilizar um tempo adicional que variará de 3 a 7 minutos, conforme recomendação da ASTM C 94.

Diversas empresas que usam fibras sintéticas reclamaram que as fibras utilizadas formaram grumos e/ou verdadeiras bolas na massa preparada. Diversos fabricantes nos informaram que uma nova geração de fibras veio eliminar este problema, com a criação de uma nova geometria que impede a formação destes grumos. Outra bronca das empresas é que as fibras sintéticas diminuem um pouco a trabalhabilidade da massa após

a mistura, assim como seu slump em cerca de 2 a 3cm. O afetamento do slump é motivado pela geometria, comprimento e pela concentração da fibra na massa. Na verdade, este afetamento é motivado pelo aumento da coesão da mistura. As fibras de nylon poderão provocar uma leve alteração no fator água/cimento da massa. Caso o concreto apresente-se difícil de lançar, poder-se-á fazer uso de superplastificantes, de modo a aumentar a sua trabalhabilidade.

A exsudação ocorre pouco no concreto armado com fibras sintéticas, em razão de que



É preciso muito capricho ao dar o acabamento nas bordas do piso. O uso de fibras é obrigatório em pisos como este.

estes polímeros “seguram” a massa, reduzindo a segregação. Desta forma, deverá começar o acabamento do piso um pouco mais tarde do que o convencional, sem fibras, a não ser que haja total certeza de que toda a água exsudante tenha saído. De um modo geral, o acabamento só deverá entrar quando o concreto estiver bem perto da sua pega final. Naturalmente em comparação ao concreto convencional, de modo a evitar que ocorra a exposição das fibras na superfície. Se durante a fase de acabamento houver notícia de que estão aparecendo fibras, pode-se ter certeza de que o serviço começou um pouco cedo. Alias, deverá executar o acabamento com pás (acabadora mecânica) ou desempenadeiras de aço ou de magnésio, pois as ferramentas de madeira são muito abrasivas e, naturalmente, puxam as fibras. Não se usa nenhuma “pá de garfo” ou qualquer outra ferramenta que adentre no concreto para “transportar” ou movê-lo de uma região para outra, interferindo de forma prejudicial na distribuição das fibras. Toda e qualquer atividade que promova a surgência de fibras na superfície ou que as sedimente para o fundo, deve ser evitada. Onde houver necessidade do acabamento texturado ou à vassoura, é interessante usar vassouras de cerdas rígidas, aplicando-as em uma direção apenas, de modo a fazer com

que as fibras existentes ou próximas à superfície se alinhem nas estrias que estão sendo executadas, fazendo com que não sejam notadas.

A surgência de fibras próximo ou propriamente na superfície, após o acabamento, só comprova que houve uma perfeita distribuição da massa e, efetivamente, não é um problema já que qualquer tráfego que ocorra a seguir no piso, promoverá a sua eliminação. Se este mesmo piso for motivo de pintura epóxica, bastará usar uma leve chama para removê-las. Já existem fibras em diversas cores que minimizam ou eliminam este problema.

### Fibras versus tela metálica

Muito já se falou sobre estes dois materiais, naturalmente de forma comparativa (veja RECUPERAR nº 7). Ambas são o que se denomina “armadura secundária” e são recomendadas para interferir, positivamente, na surgência de fissuras e trincas de superfícies, tanto em concretos moldados na obra quanto os pré-moldados em canteiros especializados. Na verdade, as diferenças ocorrem na medida que questiona-se como e quando trabalham. Um dos grandes benefícios das fibras sintéticas está no trabalho que executam imediatamente após a concre-

tagem, controlando eficientemente a formação e a proliferação de trincas, devido a retração plástica. A tela metálica, por sua vez, não previne a formação de trincas e sim controla-as para que não abram mais, após a sua formação.

Economicamente falando, é mais interessante usar fibra sintética pois elimina-se o custo da instalação da tela metálica, que só é eficiente se bem aplicada e se mantida no lugar durante a concretagem. Uma outra vantagem é o fato de que não corroem, o que é significativo para pisos sujeitos à ação química ou bacteriológica.

T

**Fax consulta nº 378**

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

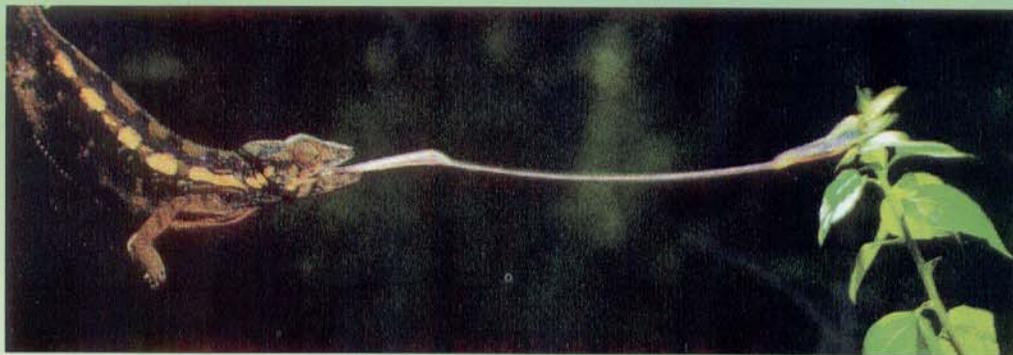
Mais informações  
Click aqui:

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

**REFERÊNCIAS**

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Haris M. R., Herbert S.M. and Smith M.A. The remedial treatment of contaminated land.
- Steeds J. E., Shepherd E. and Barry D.L. A guide to safe working practices for contaminated sites.
- Denner J. Industrial Waste Management.

## Não é só o camaleão pantera que faz isso.



As Borrachas Impermeabilizantes de Juntas (B.E.I.JUs) esticam, dilatam e expandem da mesma forma que a língua do camaleão pantera. Ao identificar a presença de água, os agentes hidrófilos do B.E.I.JU. desenvolvem alto poder de expansão, fazendo com que a borracha aumente de volume, pressurizando a junta e bloqueando qualquer infiltração.

O B.E.I.JU. é fornecido tanto na forma elastomérica quanto no formato de tiras, com diversas seções, uma delas adequada à sua obra.

Trabalhar com água exige tecnologia.

USE

# B.E.I.JU.



Fax consulta nº 197

# Tintas Asfálticas e de Alcatrão

Saiba mais sobre estes materiais, que são baratos e eficientes.

Ana Carlota B. dos Santos



As tintas e revestimentos formados com hulha e asfalto apresentam boa durabilidade quando aplicados como protetores de superfícies metálicas, concretos e paredes de um modo geral. São normalmente especificados para o interior de tubulações e galerias, sendo opção relativamente boa para a proteção do concreto em estações de tratamento de esgotos, estacas metálicas, torres de resfriamento entre outros. A principal vantagem da utilização destes materiais está no preço, pois são bem mais baratos que as resinas que não incluem estes produtos em sua formulação.

Uma grande indústria tem se desenvolvido com as emulsões asfálticas modificadas com latexes. Entre eles os latexes butadieno acrilonitrila, o neoprene, o estireno butadieno e também os acrílicos, em função do baixíssimo custo do asfalto e do alcatrão de hulha. Por outro lado, híbridos como os epóxis e uretanos de alcatrão de hulha são, micrômetro a micrômetro, um dos melhores formadores de barreira da atualidade, oferecendo resistência e impermeabilidade incomparáveis. Isto, naturalmente, em relação aos sistemas simples tradicionais aplicados com rolo ou via atomização e que não empreguem armações com fibra de vidro ou outros têxteis. O alcatrão de hulha é geralmente empregado no lugar do asfalto, devido a melhor situação de compatibilidade com a resina, oferecendo em troca melhor resistência à água e propriedades químicas importantes.

A dosagem da hulha, no sistema chega a ser superior a 75% do total do peso da resi-



Epóxi à base de alcatrão de hulha (coal tar epoxy) é um dos revestimentos mais utilizados em estocagem secundária (em torno de vasos e reservatórios industriais) já que é econômico e bastante resistente, particularmente aos hidrocarbonetos.

na sólida. O pigmento é composto por materiais inertes do tipo talco, mica ou sílica. Também são introduzidos tixotrópicos como as bentonitas tratadas com aminas. O melhor mercado para estes híbridos é a indústria marítima e química. Além do que é muito utilizado em sistemas que conduzem água, gás, óleos e esgotos. Rotineiramente utilizam-se os híbridos em tanques enterrados de armazenamento de óleo combustível. O asfalto e o alcatrão da hulha pertencem à grande família das resinas de hidrocarbonetos crus que são fracamente agrupados como materiais betuminosos.

### As tintas de alcatrão de hulha

O alcatrão da hulha (coal tar) originou-se da queima do carvão (processo do coque), obtendo-se este material em forma de subproduto. O desenvolvimento das tintas e revestimentos à base de alcatrão de hulha foi alavancado em função da comprovação, ao longo dos anos, do seu poder de inibição a processos de corrosão em qualquer estrutura que contenha aço, sujeita a ambientes agressivos, permanecendo estante à água, aderindo bem em uma série de substratos. Estas propriedades, descobertas no início do século XVII, deram a notoriedade a estes produtos que tanto conhecemos. Com a descoberta das modernas tintas sintéticas, a indústria do alcatrão da hulha passou a fornecer esta matéria prima para as resinas fenólicas, vinílicas, de poliéster e alquídicas. Paralelamente, o alcatrão de hulha já produzia e produz derivados como os solventes xileno, tolueno e outros aromáticos. Hoje em dia, com a modernização do seu refino e tratamento começou-se a produzir tintas com propriedades mais interessantes (híbridas) com epóxis e uretanos.

### Propriedades químicas das tintas e revestimentos com alcatrão de hulha

Existem teorias e evidências sugerindo que o alcatrão da hulha tem um arranjo molecular ordenado. Algumas evidências mostram uma composição que poderia ser descrita como polimérica, principalmente quando combinada com epóxis, formando o que alguns especialistas vêem como tendo a condição de um verdadeiro copolímero. Na verdade, o alcatrão da hulha puro não é utilizado como tinta, sendo necessário, para tanto, reagir este pro-

duto com outros materiais, de modo a reduzir sua suscetibilidade à temperatura e tornando-a adequada para funcionar como uma tinta. Solventes especiais, talco e bentonita, epóxis, uretanos e vinílicos são alguns dos materiais que podem ser misturados ao alcatrão da hulha refinado para enquadrá-lo em um determinado tipo especial de tinta, específico para um serviço em particular. De um modo geral, poder-se-á classificar seis diferentes tipos de tintas de alcatrão da hulha, de acordo com a introdução dos materiais acima citados. Esta classificação está na tabela abaixo e é estendida às tintas asfálticas:

### Propriedades dos Revestimentos de alcatrão da hulha e asfálticos



Classe	Tipo	Viscosidade	Cargas Inertes	Volume de sólidos	Espessura de película seca (por demão)	Número de demãos	Temperatura de aplicação	Teor de solventes orgânico-voláteis (gramas/litro)
1	Com solvente	baixa	Não	60%	25 - 50µm	2 - 3	7 - 35°C	450
2	Espessa com solvente	Alta	Sim	70%	305 - 380µm	2	7 - 35°C	300
3	Espessa com solvente	Muito Alta	Sim*	70%	305 - 380µm	2	7 - 35°C	300
4	Termoplástico sem solvente aplicado a quente	Depende da Temperatura	Sim**	100%	2540 - 3175µm	Usualmente	232 - 260°C	0
5	Emulsão espessa à base d'água	Alta***	Sim	35% e superior	305 - 380µm	2	Ambiente 7 - 35°C	24
6	Polímero e/ou modificado com resina. Com ou sem solvente	Alta	Sim	70 - 100%	200 - 1270µm	1 ou maior	Ambiente ou a spray a quente com bomba de 2 componentes	252****

\* Incluindo-se o gel tixotrópico

\*\* Revestimentos à base de alcatrão de hulha podem conter carvão pulverizado.

\*\*\* Similar às tintas látex.

\*\*\*\* Tintas tipo C200A ou SSPC-16 normatizadas pelo U.S. Army Corps of engineers.

# APOLLO



**Abaixo as Tintas de Má Qualidade!**

**apollo**  
TINTAS APOLLO

Solicite um representante ou ligue para conhecer nossa linha de tintas para a área industrial e para a construção civil. Fabricamos tintas sob encomenda, segundo as normas americanas e européias.

**APOLLOPOXI (EPÓXI) • ACRIOBRIL (ACRÍLICO EM SOLUÇÃO) • APOLLODUR (POLIURETANO) • APOLLIT (SILICONE) • APOLLOCRIL (EMULSÃO)**

**Tels.: (021) 796-1951 / 796-4633 • Fax: (021) 796-3664**

## ENTENDA MAIS SOBRE O BETUME E A HULHA

### Betume

Os termos asfalto e betume são sinônimos, consistindo principalmente de uma mistura de hidrocarbonetos absolutamente solúveis em sulfeto de carbono, com coloração negra ou marrom escura, com forma sólida ou semisólida.

Apresentam elevado peso molecular. Não possuem identidade química e são definidos como materiais termoplásticos. São produtos residuais obtidos da destilação de certos tipos de petróleo. Estes resíduos, uma vez processados, formam o cimento asfáltico ou o conhecido asfalto líquido, que é uma mistura de cimento asfáltico e solventes orgânicos como querosene, nafta etc... São fornecidos na forma sólida ou semisólida, necessitando de calor para convertê-los em materiais fluidos. Os cimentos asfálticos também são oferecidos sob a forma de emulsões ou dispersões aquosas.

### Alcatrão da hulha (coal tar) e piche de alcatrão

O alcatrão é obtido da destilação da hulha (carvão fóssil ou de pedra). É de natureza aromática e importante fonte de solventes como o benzeno, tolueno, etc, hidrocarbonetos aromáticos obtidos pela destilação fracionada do alcatrão. O resíduo da destilação é o piche, que tem consistência de líquido viscoso a sólido duro e quebradiço. O alcatrão e o piche do alcatrão apresentam propriedades semelhantes.

### As diversas aplicações do epóxi de alcatrão



Revestimento interno e externo de tanques de indústrias.



Como estocagem secundária em indústrias químicas e petroquímicas.



Revestindo o concreto de estações de tratamento de esgotos.



Visão panorâmica de uma indústria petroquímica protegida com estocagem secundária feita com epóxi de alcatrão.

### Propriedades físicas das tintas de alcatrão da hulha

As primeiras três classes listadas na tabela da página 16 são soluções e oferecem performances similares de resistência química e à ação da água. A classe 4 cobre as tintas de alcatrão da hulha com semelhança aos esmaltes. A classe 5 é uma emulsão com viscosidade igual as tintas de látex. Na classe 6 incluem-se as tintas híbridas modificadas com resinas e/ou polímeros com ou sem solventes. Os diferentes agentes de cura utilizados nos epóxios de alcatrão da hulha, como as poliamidas ou as poliaminas, dão à tinta características e performances especiais. Da mesma forma, diferenças nos isocia-

## 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

atos e nos polialcools utilizados nos poliuretanos de alcatrão de hulha causam variações excepcionais em suas características e na performance do produto final.

Praticamente, todas estas tintas são fornecidas na tonalidade preta, devido à cor predominante do alcatrão da hulha.

Pelo fato do alcatrão da hulha ser um termoplástico, a inclusão de polímeros e ou resinas termoestáveis quebra um pouco esta condição mas não a elimina logo. A película produzida por estas tintas normalmente tornam-se duras e, às vezes, quebradiças para temperaturas em torno de 0°C, tornando-se levemente mole para temperaturas superiores a 40°C.

### Características das tintas de alcatrão da hulha

Suas características a tornam praticamente impermeável e com grande resistência a eletrólitos e à desintegração pela água. As tintas pertinentes à classe 4, quando aplicadas com espessuras em torno de 2.500 micrômetros (2,5mm) podem ser consideradas impermeáveis pelo fato de que testes executados comprovam que, após 6 anos de imersão em água, absorvem apenas 20g por metro quadrado de película. As demais classes das tintas da hulha apresentam grandes taxas de absorção, com boa resistência química a ácidos minerais fracos, álcalis, sais e outras substâncias químicas agressivas. As classes 5 e 6 não devem ser aplicadas externamente, pois a luz do sol causa na película a chamada pele de jacaré, devido ao fenômeno da oxidação provocada pelos raios actínicos do sol.

Dependendo da espessura que é aplicada, considerando-se ainda a temperatura ambiente, a umidade relativa e o movimento do ar, independentemente da classe mostrada acima, necessitam de um dia a várias semanas para evaporar totalmente o solvente contido na película e proceder à cura e ao endurecimento do filme ao ponto de oferecer sua total resistência à ação dos agentes agressivos.

### As tintas asfálticas

Por outro lado, as tintas asfálticas lançadas no mercado internacional há mais de 100 anos, originaram-se do resíduo do processamento e destilação do petróleo encontrado em diversas regiões do globo, que passou a competir no mundo inteiro com as tintas do alcatrão da hulha.

As tintas de alcatrão da hulha e asfálticas apresentam durabilidade relativa na proteção do aço, concreto e paredes, principalmente quando submetidas à ação do tempo ou submersas.

Ao contrário das tintas de alcatrão da hulha, as asfálticas aplicadas ao tempo não desenvolvem sintomas de pele de jacaré. Isto é apenas um exemplo que evidencia a diferença de atributos e características entre as tintas da hulha e as asfálticas. Por outro lado, em serviços de imersão as tintas ou revestimentos de alcatrão da hulha apresentam-se mais impermeáveis, sempre predispostas a barrar a penetração d'água. As tintas asfálticas, ao contrário, têm a tendência de absorver água após um determinado período de tempo e isso afetará suas qualidades de proteção.

### Propriedades químicas das tintas asfálticas

Asfalto é um termo aplicado a certas substâncias betuminosas encontradas em estado natural ou obtidas do resíduo da destilação do óleo cru (petróleo). Os asfaltos obtidos por este último meio apresentam grandes variações em suas características físicas e químicas, de acordo com a natureza do petróleo, da extensão do processo de destilação e com a temperatura à qual ficaram sujeitos. Do asfalto encontrado em estado natural, a gilsonita é a que apresenta as melhores qualidades, com excelente resistência química e boa resistência à intempérie. A gilsonita é bem superior, em todos os sentidos, ao asfalto produzido pelo resíduo da destilação do petróleo.

Da mesma forma que a hulha, poder-se-á adicionar uma série de materiais a estes dois tipos de asfaltos, de maneira a obter-se tintas e revestimentos apropriados a determinadas solicitações, podendo-se classificar, estas tintas em seis classes semelhantes às apresentadas para as tintas de alcatrão da hulha. (vide tabela na página 16)

As propriedades físicas das tintas asfálticas assemelham-se também às das tintas de hulha.

### Como trabalham as tintas asfálticas

As tintas asfálticas apresentam grande semelhança, em sua performance, em relação às tintas da hulha, excetuando-se no que diz respeito à resistência à ação química, ao poder de degradação da água, dos solventes e dos óleos. Estas tintas podem ser especificadas para os mesmos locais que as da hulha, com a vantagem de serem aplicadas externamente, sem o advento da formação da pele de jacaré.

Fax consulta n° 380

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

Mais informações

Click aqui

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

### 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.

### Recuperação e Reforço Estrutural



Desde 1975



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

**TECNIPOL**

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

Fone: (011) 573-0609 Fax: (011) 575-4028

# Fibras Sintéticas

Novas fibras e nova metodologia de mistura a seco otimizam a total interação com as massas.

**Carlos Alberto Monge**



Dois anos após o lançamento da fibra sintética como agregado obrigatório em concretos e argamassas ficou um sério problema operacional para ser melhor resolvido. Ninguém discute a obrigatoriedade do seu uso que cresce, cada vez mais, refletindo a percepção de técnicos e engenheiros no aumento da qualidade das massas. O problema maior, no entanto, ficou por conta da distribuição das fibras nas massas em que a mistura é feita a seco, o que tem feito diversas empresas desistirem de sua utilização.

É perfeitamente aceita a idéia (pesquisas comprovam) de que é o atrito com os componentes da massa o principal responsável pela uniforme distribuição das fibras dentro da mistura que se está preparando. Temos reparado que a simples mistura mecânica (seca) tem um pequeno percentual para que ocorra a perfeita distribuição das fibras, pois somente após a introdução da água de amassamento é que se consegue aquela consistência adequada para ocorrer a separação dos feixes das fibras de monofilamento ou a abertura daquela rede própria das fibras fibriladas. Evidentemente, considerando as propriedades das fibras, o objetivo, quando da mistura seca, é obter-se uma distribuição parcial que uniformize suficientemente a massa, de modo a ocorrer a distribuição final quando da introdução da água.

### Aplicações Sujeitas a Problemas

Algumas aplicações particulares, como já foi adiantado, ainda permanecem com pro-



Seja qual for o tipo e a aplicação do concreto, é indispensável o uso de fibra sintética para evitar os intrínsecos problemas de retração e suas conseqüências.

blemas. É o caso do concreto ou da argamassa projetados por meios mecânicos no sistema seco.

Neste sistema faz-se a mistura seca em uma betoneira, introduzindo-se as fibras lentamente e, se possível, dispersando-as manualmente. Após um determinado tempo de mistura, sempre com baixa rotação, introduz-se o material "pronto" dentro do rotor ou do sistema de projeção. A introdução do ar comprimido, dentro deste sistema, é suficiente para promover a distribuição final das fibras, antes que o material seja projetado na superfície. Neste processo é fundamental utilizar tanto as fibras de monofilamento quanto as fibriladas com tamanho curto (19mm) e com feixes torcidos pois "ancoram" melhor na massa antes da projeção, praticamente zerando aqueles problemas de distribuição. Estas fibras são de polipropi-

leno e encontradas no mercado sob a denominação de "shot-gun".

### As Argamassas para Emboços e Rebocos

Nesta área particular, até hoje, convive-se com as limitações da importante inclusão das fibras sintéticas nas argamassas de emboço ou reboco industrializados. O motivo desta limitação também é a dificuldade de inclusão ou distribuição das fibras na mistura seca.

Um dos maiores fabricantes de fibras sintéticas dos EUA desenvolveu um engenhoso sistema de adição de fibras sintéticas em misturas secas para emboços e rebocos, com pleno sucesso. Trata-se do sistema da mistura aérea de fibras que promove uma perfeita interação delas, especialmente as de reboco com comprimento de 10mm, fa-



A utilização de concreto armado com fibras em uma galeria.

zendo com que a argamassa tenha uma excelente aplicação, seja por meios manuais ou mecânicos, exibindo uma fantástica cobertura.

Todos sabemos que as argamassas à base de cimento portland, a caminho da secagem, desenvolvem fissuras e trincas que acabam por arruinar o revestimento. Logo, torna-se

importante a adição deste "agregado" a estas argamassas.

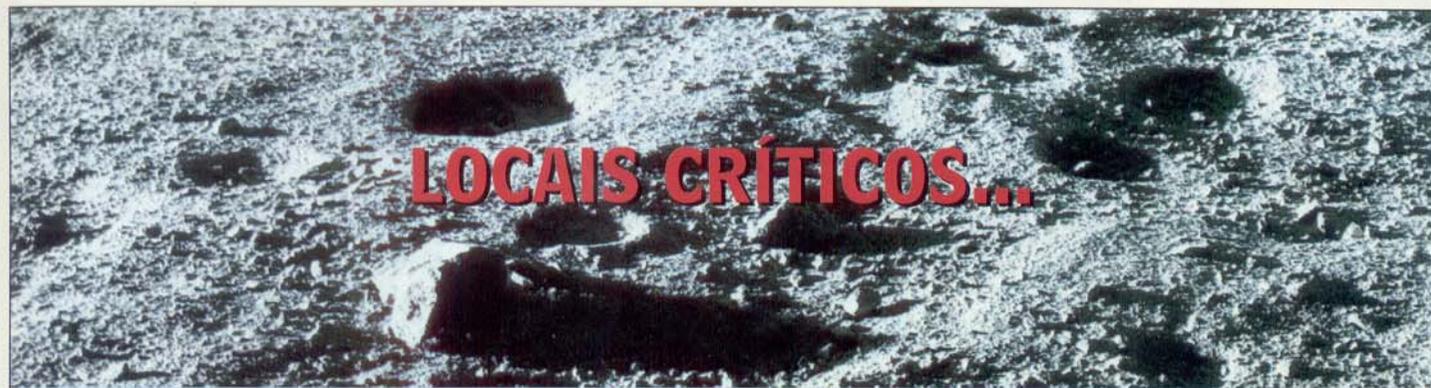
### Dosagem

A quantidade de fibras adicionadas é fundamental, pois mesmo a melhor fibra do mundo não acrescentará qualquer performance à

massa se não tiver uma certa concentração para executar o serviço esperado. Da mesma maneira que os componentes tradicionais da argamassa e do concreto são preestabelecidos, com as fibras não é diferente. Existe um nível de dosagem ótimo para cada tipo particular de fibra, naturalmente com um determinado objetivo. Para as fibras de monofilamento, tanto as de polipropileno como as de nylon., exigir-se-á, para neutralizar as trincas de retração, 600g por metro cúbico. Para as fibras fibriladas atuarem como fator neutralizante frente à ação da temperatura na superfície da massa exigir-se-á, de forma padrão, 900g por metro cúbico. Da mesma maneira que aumentando-se a dosagem de cimento obter-se-á maior resistência. Com as fibras não é diferente. Logo, pequenas variações para mais serão benéficas.

### Comprimento

O comprimento adequado da fibra é função do objetivo para o qual a argamassa ou concreto são especificados. De imediato, compreende-se que quanto mais fibra melhor sua ancoragem. No entanto, a partir de um determinado tamanho haverá o comprometimento com a mistura e a aplicação. O comprimento ótimo para as fibras de monofila-



## LOCAIS CRÍTICOS...

### ...EXIGEM EPÓXIS ESPECIAIS.



Plataformas Offshore



Estruturas Submersas



Garagens



Depósitos



Pisos Industriais



Tanques e Silos

Se você tem locais críticos que devem ser protegidos (bem protegidos), com a durabilidade necessária, nós temos a solução que você deseja. Somos o maior fabricante de sistemas epóxicos dos EUA e, com certeza, temos um produto específico para sua obra. Plataformas off-shore, estruturas subaquáticas, tanques, vasos e pisos industriais, pontes, estações de tratamento de água e esgoto e pisos comerciais. Dispomos de mais de quarenta sistemas epóxicos, todos com 100% de sólidos e os melhores preços.

Nossos epóxis são testados segundo as normas ASTM.

Peça hoje mesmo informações a respeito de nossa linha de epóxis.

**poxy**  
INDUSTRIES, INC.

Fax consulta n° 357

## PARA QUE SERVEM AS FIBRAS SINTÉTICAS?

A tendência do concreto de fissurar, há anos tem sido aceita como uma conseqüência natural do seu uso, em função do cimento portland utilizado. A razão é muito simples. Existem tensões que excedem a resistência do concreto em um determinado tempo. Elas se devem a forças externas e podem ser compensadas fornecendo-se resistência adequada à estrutura. No entanto, as tensões que surgem pela própria retração do concreto têm sido, historicamente, um problema para se controlar, devido à imprevisível variedade de formas através das quais se desenvolvem. O tipo mais comum de fissura ou trinca, própria do concreto/argamassa, ocorre no estado plástico causado pela retração na fase da evaporação da água. Estas fissuras ocorrem nas primeiras vinte e quatro horas após o concreto ser lançado.

As fissuras que surgem por conta da retração plástica, normalmente só se percebem após um determinado tempo, já que são mascaradas pela operação de acabamento ou, simplesmente, têm abertura muito pequena no início, não sendo por isso notadas.

Estas fissuras ou trincas podem atravessar peças estruturais formando planos que provocam perdas na resistência, antes mesmo da estrutura ter a sua resistência final.

As fibras sintéticas comerciais, que podem ser de polipropileno e nylon, reduzem substancialmente as fissuras e trincas de retração plástica, devido ao substancial reforço que atua na resistência de tração do concreto, durante o seu estado plástico. A redução ou a eliminação das fissuras permite que o material fique íntegro, não comprometendo o aspecto durabilidade.

São fabricadas e fornecidas em feixes que, quando misturadas ao concreto ou argamassa, "dissolvem-se uniformemente" na massa em milhões de fios interconectados, formando uma armadura tridimensional que combate eficazmente os efeitos da retração plástica. Quando o concreto/argamassa entra em estado de endurecimento e se retrai começam a se desenvolver planos de fissuras microscópicas que são interceptadas pelas fibras, impedindo o seu desenvolvimento. Este bloqueio evita o aparecimento de macro fissuras e reduz o custo da construção, valorizando os trabalhos de acabamento nas superfícies da construção/recuperação.



O uso de fibras sintéticas em concreto projetado é feito adequadamente com fibras curtas e pré-torcidas.

**BETONTEC**  
TECNOLOGIA E ENGENHARIA

- Controle Tecnológico de Materiais
- Recuperação e Reforço Estrutural
- Tratamento de Concreto Aparente
- Restauração de Fachadas
- Impermeabilização

**Tel: (011) 276-5677**

**Fax: (011) 5589-4708**

**e-mail: betontec@uol.com.br**

AV. DOS BANDEIRANTES, 5287 - CEP. 04071-011 - SÃO PAULO

## CCC-100

ENDURECEDOR DE SUPERFÍCIES



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.

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.

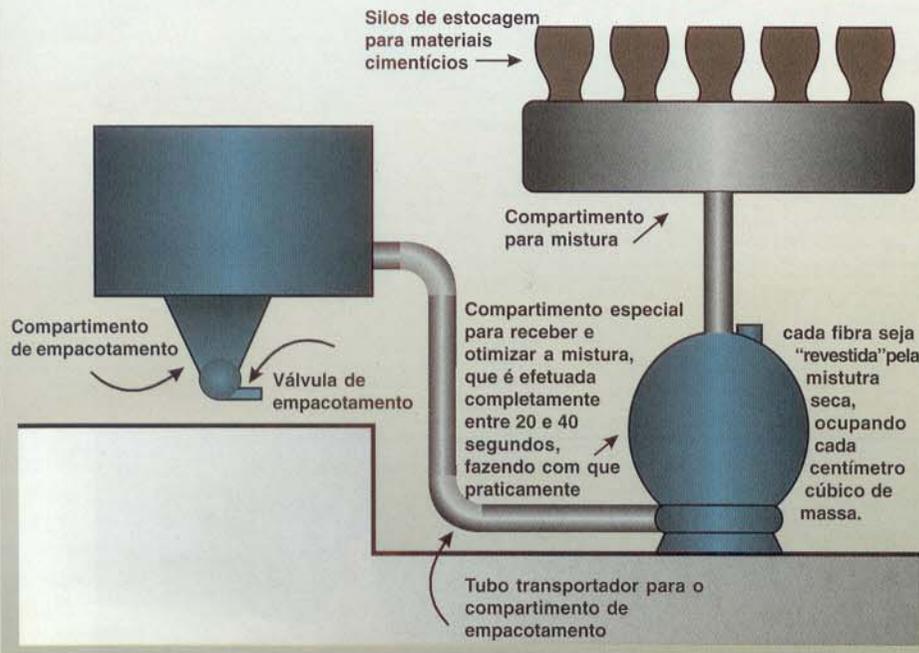
Marcas de pneu?  
CCC 100 as evita.

Fax consulta nº 289

## CONHEÇA A REAL DIFERENÇA ENTRE AS DUAS FIBRAS

O mais importante critério a considerar no comportamento das fibras no interior de uma massa é a sua configuração. Fazendo uma análise comparativa, aceitamos a premissa de que uma barra estriada ancorará melhor no concreto do que uma barra lisa. É esta mesma razão que nos mostra que as fibras fibriladas ancoram bem melhor no concreto que as de monofilamento. Sob tensão, estas últimas tendem a esticar, perdendo sua ancoragem dentro da matriz do concreto. O maior valor da resistência à tração destes materiais somente poderá ser utilizado se, realmente, houver uma perfeita ancoragem dentro da massa. Como resultado, se o propósito da fibra, em determinada obra, for apenas para controlar as trincas de retração plástica que ocorrem durante as primeiras idades do concreto, sugerir-se-á as de monofilamento. Adicionalmente, se necessitarmos de uma performance maior, naturalmente após o concreto ter endurecido, optar-se-á pelas fibriladas que substituirá a tela de aço não estrutural utilizada para impedir o surgimento de trincas, devido às variações de temperatura e umidade, funcionando, portanto, como armadura secundária.

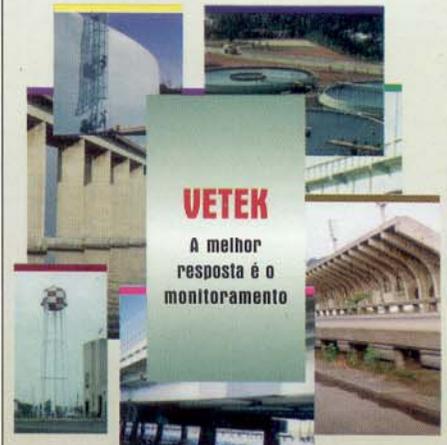
### Sistema que permite a impregnação das fibras pela mistura seca através de diversos jatos de ar para obter-se um estado de suspensão aglomerante/fibra.



Uma das maiores aplicações das fibras sintéticas está nas pistas de aeroportos.

## CORROSÃO É PREJUÍZO NA CERTA

A melhor estratégia, seja qual for a sua obra ou estrutura, é monitorar a situação das armaduras do concreto armado ou as cordoalhas do concreto protendido.



### Aplicações:

- Estádios
- Vasos industriais
- Pontes e viadutos
- Castelos d'água
- Estações de tratamento
- Galerias
- Usinas nucleares
- Barragens
- Edificações



mento fica no em torno dos 19mm (3/4"). Para as fibriladas, comprimentos que variem de 19 a 38mm não causam problemas. Para grandes peças, sugere-se as fibras de 60mm. Alguns tipos de aplicações como concreto projetado a seco, por exemplo, estabelecem a exigência de uma fibra curta, fibrilada e pré-torcida, sem o que haverá uma grande rejeição durante a mistura. **T**

Fax consulta n° 382

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

Maiores informações

Click aqui!

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

## REFERÊNCIAS

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



**...contra a carga hidrostática. Não adianta fazer tratamento tópico.**

A tecnologia da injeção com poliuretano hidroativado PH Flex ataca, de maneira profunda, a água de onde quer que ela venha. Assim, infiltrações em galerias e paredes de barragens, paredes diafragma, minações d'água 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!



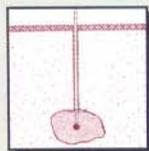
**TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DÃO PROBLEMA.  
TRATE PROFUNDAMENTE.  
INJETE PH FLEX.**

Fax consulta n° 328

# Conheça Mais Sobre a Tecnologia do Microcimento

O microcimento promove impermeabilização, estabilização e monolitização em serviços de recuperação de uma galeria de abastecimento d'água.

Joaquim Rodrigues



Grauteamento químico em solos e rochas com Microcimento, durante a execução de túneis, atende basicamente, a cinco situações importantes:

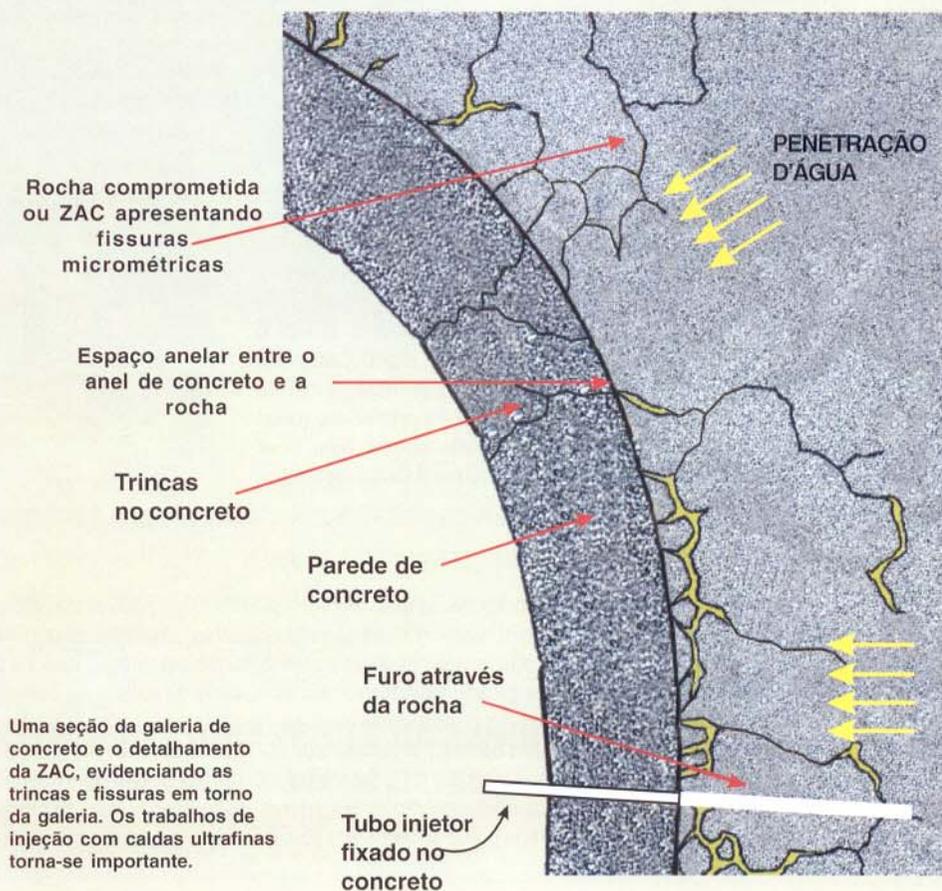
importantes:

- Consolidar e estabilizar solos (particularmente os impenetráveis às caldas tradicionais) ou rochas em zonas problemáticas.
- Minimizar o recalque, no caso de túneis rasos ou próximos à superfície, pelo preenchimento dos vazios e, desta forma, estabilizar o solo.
- Preencher e impermeabilizar a rocha contra o ingresso de zonas onde há aquíferos de maior pressão.
- Preencher vazios, impermeabilizando, na interface do revestimento de concreto com o solo/rocha.
- Impermeabilizar o concreto.

Ao longo da rocha afetada pela escavação formam-se microfaturas tão pequenas quanto  $50\mu\text{m}$ , as quais devem ser preenchidas pela calda ou graut químico. Uma regra prática muito comum na indústria de grauteamento ou injeções atesta que o tamanho máximo da partícula da calda não pode ser maior do que um terço da abertura a ser injetada. Isto torna clara a vantagem do uso de caldas de microcimento. Um outro conceito importante, no tratamento de rochas, estabelece que ela só é suficientemente sã e não necessitará serviços de injeção quando sua taxa de absorção no teste de perda d'água for menor do que 1 litro por minuto a uma pressão  $1\text{MPa}$  (1 lugeon). Sob condições especiais poder-se-á considerar até  $5\text{Lu}$ .



A execução de túneis em rochas através do corte a fogo provoca o que se denomina zona de alteração do corte (ZAC), comprometendo, pelo menos, um metro em torno do corte. Se houver presença d'água a injeção com microcimento tornar-se-á importante.



## Saiba como preparar o Microcimento

Com a introdução no mercado do Microcimento (Microcim), tornou-se necessário criar uma nova tecnologia de mistura/injeção. O Microcimento, dependendo do tipo, possui fissuras que variam de 5 a 20 vezes a dos cimentos tradicionais, como conseqüência adentram em micro fissuras até então inatingíveis, assim como em solos de gradação extra fina, necessitando de pouca ou baixa pressão durante a injeção. É interessante ressaltar que o conhecido fator Blaine (relação entre superfície e peso) não representa o critério para grauteamento ou injeção de sistemas cimentícios. O que interessa é o maior tamanho de grão que pode passar através do menor vazão em questão, determinado por meio do valor D95, obtido através da curva de distribuição granulométrica das partículas do cimento, fornecendo valor significativo para 95% de todas as partículas da amostra. Comparativamente, um cimento portland tradicional oferece de 80 a 100µm para o D95. Os valores D95 para os tipos padrão e premium de Microcimento do mercado oferecem, respectivamente, 7µm e 4µm. Com o advento destes dois tipos de Microcimento, poder-se-á obter consideráveis vantagens.

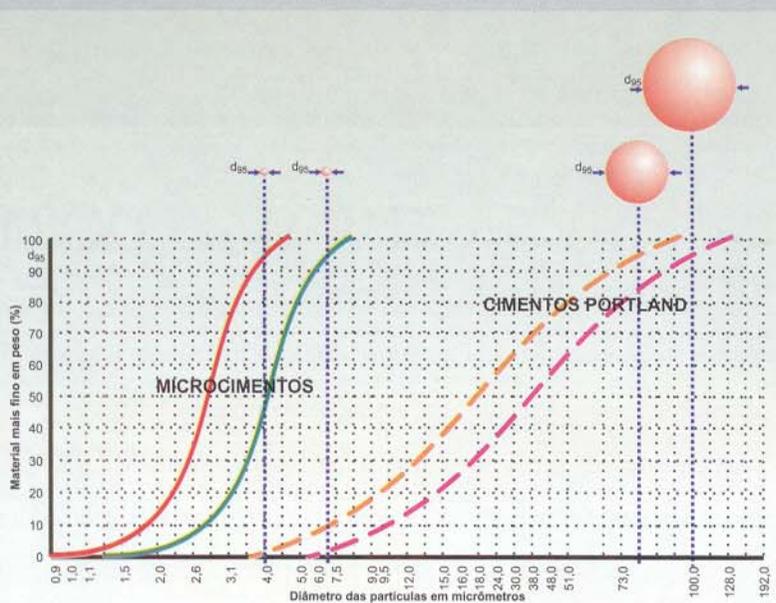
- 1 Grande espectro de utilização, graças à sua grande finura.
- 2 Utilização de baixas pressões durante a injeção, podendo-se utilizar bombas tradicionais de cavidade com eixo helicoidal.
- 3 Períodos de injeção, pega e endurecimento mais curtos, graças ao comportamento diferenciado destas caldas, absolutamente controlado ou programado com uso de acelerador específico.
- 4 Graças às excelentes propriedades de fluidez das caldas de Microcimento, muda-se completamente o enfoque de trata-

mento de solos/fundações, rochas e concretos.

O Microcimento é fabricado com partículas ultrafinas que, naturalmente, têm tendência a aglomeração, pelo fato de tentarem reduzir sua energia superficial em estado livre e terem alta atividade de hidratação, tornando-se necessário o uso de um método químico e um físico para processar a grande atividade de hidratação das micropartículas e dar estabilidade à calda formada. Quimicamente adiciona-se-se um dispersante. O método físico é pela utilização de misturadores coloidais que usam altas velocidades de rotação (>1500rpm). O resultado são grauts ou caldas com baixíssima viscosidade, baixo fator água/cimento, altas resistências e de tempos de endurecimento programados. Como exemplo, podemos citar uma série de testes feitos com

estes dois tipos de micro-aglomerantes onde evidencia-se que o fator A/C pode ser reduzido em cerca de 60%, graças à adição do dispersante que, além disso, otimiza as propriedades do fluxo e garante a estabilidade da mistura, seja ela uma argamassa ou uma calda. Em serviços de injeção em solos saturados (lençol freático alto) tendo alguma velocidade no fluxo freático ou rochas com aquíferos, poderá haver o comprometimento da calda pela água. Neste caso, poder-se-á fazer uso do acelerador ou aditivo antidispersante subaquático (ASA), sem o

que, normalmente, ocorrerá o aumento do tempo de pega e endurecimento, a diminuição da resistência e o comprometimento do serviço, devido à mudança do fator A/C, alterando significativamente as características iniciais desejadas. Na verdade, este aditivo incorpora fortíssimas características tixotrópicas ao graut formado.



Tamanho dos grãos (D95) dos dois Microcimentos do mercado (padrão e o premium) e dois portlands tradicionais. A comparação entre os grãos evidencia o poder de penetrabilidade das caldas feitas com Microcimento.

## Não se deixe arrastar

### Epóxios Subaquáticos?



#### Epóxi Bio-Seal 182

Epóxi incolor, A+B, aplicado com trincha. Promove uma efetiva e segura proteção para superfícies de concreto expostas a toda sorte de contaminação do tipo salmouras, gasolina, óleos e produtos cáusticos. Protege superfícies expostas a agentes corrosivos como maresia e ambientes industriais, particularmente os sujeitos a ataques de ácido sulfúrico. Indicado para uso subaquático (água doce ou salgada). Material com 100% de sólidos.

#### Epóxi Bio-Dur 561

Pasta epóxica tixotrópica com 100% de sólidos, A+B, estruturada com micro-fibras de Kevlar. É particularmente projetada para aplicações profissionais subaquáticas.

#### Epóxi Sub-RG

É um epóxi cinza com 100% de sólidos, A + B, especialmente formulado para serviços profissionais subaquáticos. Aplicado com trincha.

#### Epóxi Semi-rígido 36

É um sistema epóxico de última geração, com dois componentes e 100% de sólidos (sem solvente), baixa viscosidade e ausência de retração. Possui altas resistências de colagem, permanecendo flexível e com resistência a ácidos e bases (médio ataque), já que forma uma eficiente barreira contra agentes contaminantes e a própria umidade.

Estes são os epóxios que, efetivamente, fazem o melhor trabalho de ancoragem em sua obra.

...Só os que atendem à norma ASTM C-882

Fax consulta n° 274



Os serviços de furação da capa de concreto foram feitos por meio de perfuratrizes pneumáticas.

Casos práticos tornam-se necessários para que se possam materializar conceitos e o advento desta importante ferramenta chamada microcimento.

### A recuperação de uma galeria de pressão

Uma galeria de pressão construída em 1920, na localidade de Engandim, Suíça, conduz água do lago St. Moritz para a estação de força de Islas em Celerina. Trata-se de uma galeria com 184m<sup>2</sup> de seção, construída no sistema *cut and cover* com 640m de extensão através de vários tipos de granitos. Inspeções realizadas por empresa especializada confirmou que a qualidade do concreto do revestimento do túnel estava totalmente comprometido. A segurança estática não estava garantida, ao mesmo tempo em que havia considerável perda d'água devido a vazamentos através do concreto.

O relatório da empresa revelou os seguintes danos:

- A textura do concreto apresentava-se aberta e destruída.
- Havia milhares de cavidades por onde a água adentrava e se perdia.
- Trincas transversais e longitudinais na abóbada do concreto, como resultado de deformações excessivas impostas.

- A resistência suporte da estrutura esvaia-se pelo processo de erosão no concreto armado devido ao fluxo de água mineral que circulava no espaço anelar concreto/galeria.
- A existência de falhas importantes na rocha circundante à galeria e a presença de aquíferos de água mineral tornava o caso potencialmente problemático pela inaceitável perda d'água que estava ocorrendo e, em inúmeros trechos, de forma intensa,



Teste de avaliação do concreto com penetrômetro para avaliar a resistência à compressão.



## ...E 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° 28. 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° 28**

Consulte-nos!

Fax consulta n° 271

## O QUE PENSAM OS ESPECIALISTAS

Com o advento do microcimento, generalizou-se uma metodologia de trabalho que, definitivamente, não é aceita pelos especialistas em serviços de grauteamento ou injeção.

A técnica usada nesta galeria de pressão (da matéria) fez uso de uma injeção prévia com calda tradicional de cimento portland com finura em torno de  $4.000\text{cm}^2/\text{g}$ , até alcançar-se a pressão de  $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ , seguindo-se, imediatamente, com uma calda de microcimento com finura média de  $16.000\text{cm}^2/\text{g}$ , até alcançar-se a pressão final de  $30\text{kgf}/\text{cm}^2$ .

Este procedimento não é correto, pois injetando-se primeiramente com uma calda tradicional, certamente ocorrerá um entupimento em todas as fissuras e microfissuras, sem no entanto haver o preenchimento esperado. A injeção seguinte estará comprometida, já que a calda de microcimento não poderá penetrar como seria de se esperar.

Em serviços normais com microcimento, executa-se a primeira linha de injeções, seguindo-se da segunda para preenchimento dos espaços que poderão existir em função, por exemplo, de alguma retração que possa ocorrer. Poder-se-á usar um fator A/C igual a 1 na primeira injeção, que funcionará como um lubrificante e, antes que endureça far-se-á a segunda injeção com um fator A/C menor, algo em torno de 0,4 a 0,6. É uma boa estratégia se a rocha estiver absorvendo muita água.

ocorria a introdução de grandes pressões da água mineral, que atuava no espaço anelar da abóbada de concreto, causando a destruição do mesmo, devido a redução do seu pH e a formação de sais, resultantes da cristalização dos silicatos/aluminatos de cálcio.

Diante deste lugar comum a que estava exposta a galeria e pela exclusão de qualquer serviço de recuperação em que se promovia a redução de seu diâmetro, optou-se por serviços de grauteamento químico com microcimento, de modo a restabelecer a condição estanque de seu revestimento pelo preenchimento do espaço anelar e dos vazios existentes no concreto. Estabeleceu-se um plano de grauteamento ou injeção que satisfaz às seguintes diretrizes:

- Preenchimento e consolidação de grandes e pequenos vazios, além de microfissuras bem menores do que 0,1mm, de modo a restabelecer tanto a condição estanque quanto a estrutural.
- Preenchimento e cristalização de diáclases, falhas e fissuras existentes na rocha circundante a uma profundidade máxima de 1 metro.

Com estas duas importantes medidas, objetivou-se resguardar a retaguarda das paredes da galeria, neutralizar o ataque químico e, principalmente, interromper a grande perda d'água existente, sem diminuir a seção da galeria.

### O grauteamento

A primeira fase do grauteamento foi feita injetando-se uma calda de cimento portland (AF) tradicional com fator água/cimento 0,7, de modo a promover o preenchimento dos grandes vazios existentes (superiores a 1mm).

A seguir, com o propósito de preencher os micro vazios e fissuras situadas entre 0,1 e 1mm injetou-se a suspensão coloidal feita com Microcimento (padrão e premium), utilizando-se fator água/cimento em torno de 0,65. A gradação da finura das caldas de cimento comum e a da suspensão feita com Microcimento foi feita com base no valor D95. Com o Microcimento foi possível obter suspensões com baixíssimas viscosidades ( $\sim 10\text{cps}$ ), suficientes para, com a utilização de pressões superiores às utilizadas com a calda tradicional adentrar e bloquear todos os acessos por onde a água fluía. Com base em testes preliminares, objetivou-se executar, de forma transversal, 5 pontos de injeção por metro de túnel, perfazendo um total de 750 furos acessados com a utilização de injetores metálicos especiais. As injeções preliminares feitas com calda de cimento portland foram levadas até a pressão de  $10\text{kg}/\text{cm}^2$ , interrompendo-se com a obtenção deste valor. A seguir, iniciou-se a injeção com a suspensão de Microcimento utilizando-se pressões até o máximo de  $30\text{kg}/\text{cm}^2$ . A monoliticidade desejada com o preenchimento do espaço anelar foi checada com a realização de furos durante a fase de controle de qualidade, seguindo-se de novas injeções caso os resultados não fossem satisfatórios. Para tanto, nesta fase, utilizou-se sempre, injeções de microcimento possível, inclusive, de adentrar em microfissuras da ordem de 3 micrômetros. A densidade aparentemente seca do concreto, que apresentava uma média, antes dos serviços de recuperação, de  $2.090\text{kg}/\text{m}^3$ , passou para  $2.580\text{kg}/\text{m}^3$  e a resistência à compressão simples que apresentava valores mínimos da ordem de  $50\text{kg}/\text{cm}^2$  passou a apresentar  $400\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Fax consulta nº 386

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

Mais informações

Click aqui:

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

### REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é Eng<sup>o</sup> 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.
- Baker, W.H. "Planning and performing structural chemical grouting". Proceedings, Conference on Grouting in Geotechnical Engineering, American Society of Civil Engineers.
- Bruce, D.A., Granata, R., Mauro, M., and Cippo, A.P. "Some recent developments in ground treatment for tunnelling". Proceedings, Rapid Excavation and Tunneling Conference, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
- Cambefort, H. "The principals and applications of grouting". Quarterly Journal of Engineering Geology.
- Houlby, A.C. "Cement grouting: Water minimizing particles". Proceedings, Issues in Dam Grouting, W.H. Baker, ed., American Society of Civil Engineers, New York.
- Hunt, R.E. Geotechnical engineering investigation manual. McGraw-Hill.
- Mitchell, J.K. "In-place treatment of foundation soils" Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineers.
- Moller, D.W., Minch, H.L., and Welsh, J.P. "Ultrafine cement pressure grouting to control ground water in fractured granite rock". SP 83-8, American Concrete Institute.