



As barras de fibra de carbono.

Carlos Carvalho Rocha

## Reforçando com barras de fibra de carbono

Esta nova tecnologia introduz uma nova forma de reforço nas estruturas de concreto armado e protendido.



Antes

A estrutura dos quatro silos agrupados durante a etapa de levantamento dos problemas.

Os quatro silos reforçados, pintados e sob total controle.



Depois

Quatro silos de cimento, agrupados, com 45m de altura e 7m de diâmetro cada, começaram a apresentar sintomas típicos de problemas estruturais como fissuras e trincas longitudinais e transversais, já com presença de deslocamentos, que nada tinham a ver com corrosão nas armaduras. A análise estrutural destes quatro silos, em concreto armado, evidenciou insuficiência de armaduras verticais e horizontais. Mais, 30% do aço calculado como necessário, era devido a erros na execução.

Sem qualquer discussão, foi sugerida e aceita a opção de reduzir o conteúdo dos silos à metade, de modo a evitar um iminente processo de ruína. Este campo minado

de problemas desencadeou duas alternativas para os proprietários: ou reforça ou manda demolir. A primeira opção foi a escolhida, tendo em vista a necessidade de local de estocagem e o excelente período de vendas do cliente. O tempo de obra, no entanto, seria fundamental para a autorização do serviço, o que levou a empresa de recuperação e o projetista a buscarem alternativas que congregassem o menor prazo para o cliente e a melhor solução para os silos.

### Em busca da solução

O grupo de silos, semelhante a quatro latinas de cerveja juntas, apresentava um

sério problema: o acesso às paredes comuns que impediam ou, pelo menos, dificultavam qualquer idéia de reforço. Pensou-se em aumentar a seção das paredes com armadura e concreto projetado, assim como protensão externa e, finalmente, também proceder ao reforço com manta de fibra de carbono. A primeira opção engatava uma marcha a ré no volume do estoque do cliente, diminuindo-o, assim como o aumento do peso próprio da estrutura. A protensão externa tinha como limitação a passagem dos cabos através e em torno das paredes comuns. O reforço com manta de fibra de carbono internamente, por sua vez, deixou os projetistas num impasse, já que a tempera-



Serras especiais, com lâminas de corte de 12mm, abrem as ranhuras. Uma crítica: serras do mesmo tipo, mas com captadores ou papa poeira poderiam ser usados.

esconde uma enorme complexidade, finalmente teve uma solução. Recentemente introduzida no mercado mundial dos serviços de reforço estrutural, as varas de fibra de carbono já são consideradas a maior inovação na arte do reforço de estruturas de concreto armado e proten-

dido. Pelo menos deste milênio. Sua praticidade consegue ser superior a da própria manta, que permite qualquer empresa de

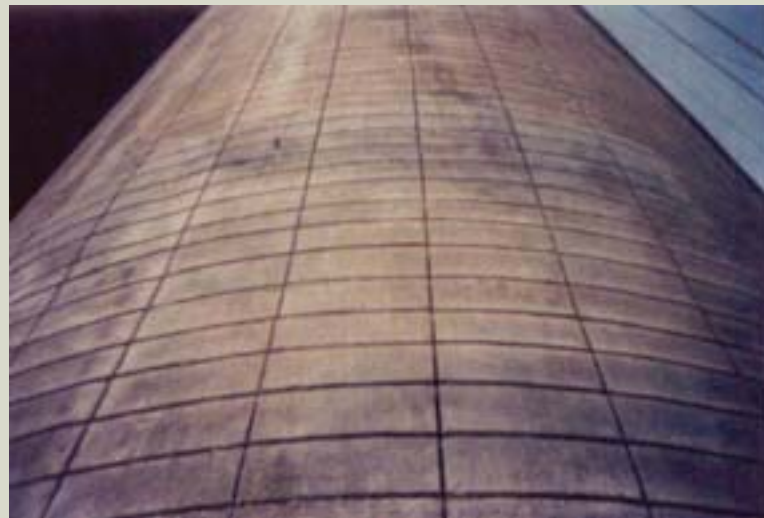
recuperação, por menor que seja, executar serviços de reforço estrutural, desde que supervisionada. As varas de fibra de carbono podem ser incorporadas à estrutura, nos serviços de reforço estrutural, apenas abrindo-se ranhuras e inserindo-as com epóxi estruturante. Nesta obra, caiu como uma luva, já que abrindo-se ranhuras na superfície do silo se compensaria a falta das armaduras de projeto. E mais, sem qualquer problema poderiam ser incorporadas às paredes comuns, acabando de vez com um problema até então insolúvel. Alguns céticos poderiam questionar a solução, sugerindo que ao invés de se introduzir varas de fibra de carbono, se utilizasse as tradicionais barras de aço. Um detalhe importante

tura interna do silo em torno de 70°C, com o produto, era relativamente alta. A utilização de epóxi primer e estruturante específicos com temperatura de deflexão ao calor (TDC) em torno de 100°C resolveria a questão (veja informação sobre este tópico na edição nº 43 da RECUPERAR, página 28). Infelizmente, o ceticismo do projetista eliminou esta opção.

A opção pela utilização de manta de fibra de carbono, pelo lado externo, também tropeçou nas paredes comuns que impediam o adequado confinamento da estrutura como um todo.

### A solução

Esta situação, muito parecida com um jardim japonês, onde a aparente simplicidade



para estes céticos é que uma vara de fibra de carbono resiste cerca de 8 vezes mais à tração do que a similar em aço, podendo com isto utilizar

Vista das ranhuras horizontais e verticais antes da instalação das varas de fibra de carbono.

## Corte difícil e sem poeira?

Não esquite a cabeça. Cortes largos e profundos em concreto armado é fácil, rápido e sem poeira.

Conheça nossa linha de serras de alto desempenho para concreto armado com corte de 25 a 75mm de profundidade e com largura de 12 a 54mm. Todas com captadores de poeira. Se a superfície é um problema, utilize a mais moderna tecnologia de preparação por fresagem com as FRESAS TVA E TVB. Portáteis, leves e sem poeira.



Modelo Crac-Vac



Modelo 2104 com dupla serra

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
**Fax consulta nº 02**

# ACABARAM-SE O



## SISTEMA MFC



Barras de Fibra de Carbono.



Cabos concreto  
protendido.



Tirantes para solos.



Telas.



Vigas I.



Mantas de fibra de  
carbono.

# OS PROBLEMAS.



CORROSÃO, ATAQUE QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO, EXCESSO DE ARMADURAS EM PEQUENAS SEÇÕES DE CONCRETO, EXCESSO DE PESO...

BEM VINDO AO FUTURO

## FIBRA DE CARBONO MFC

MANTAS, ARMADURAS E CABOS DE PROTENSÃO

AS ARMADURAS EM **FIBRA DE CARBONO MFC** SÃO OITO VEZES MAIS RESISTENTES À TRAÇÃO DO QUE AS DE AÇO E NÃO SOFREM QUALQUER ATAQUE QUÍMICO, SEJA POR ÁCIDOS OU ÁLCALIS. SÃO EXTREMAMENTE LEVES E NÃO CORRODEM. SÃO UTILIZADAS EM OBRAS NOVAS, COM PROPENSÃO À CORROSÃO OU, DE FORMA FREQUENTE, INCORPORADAS EM OBRAS DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO, ATRAVÉS DE SULCOS NA SUPERFÍCIE OU "ENCAMISAMENTO" TRADICIONAL. CONHEÇA TAMBÉM AS VANTAGENS DOS CABOS DE PROTENSÃO EM **FIBRA DE CARBONO MFC**. AGORA, IMAGINE AS POSSIBILIDADES? AH, SIM, EM 1994 INTRODUZIMOS A MANTA DE FIBRA DE CARBONO MFC NO BRASIL. SÃO MAIS DE 35.000 M<sup>2</sup> APLICADOS POR DEZENAS DE EMPRESAS DE RECUPERAÇÃO EM TODO BRASIL. PEÇA HOJE MESMO INFORMAÇÕES.

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-4702  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta nº 01

Aplicação do epóxi estruturante seguido da instalação das varas de fibra de carbono. Devido a formação de pó, toda a estrutura teve que ser lavada previamente. Repare os piquetes colocados nas ranhuras para ajudar a fixar as varas. As varas horizontais foram instaladas a cada 25cm e as verticais a cada 60cm.



Detalhe da ranhura após o reforço executado.

Vista em corte do reforço. Repare a profundidade, cerca de 24mm, necessária ao cruzamento das barras verticais e horizontais.

menos varas e ranhuras de diminuta seção. Certamente, o argumento mais convincente para murchar de vez a bola dos contestadores é o fato de que, simplesmente, não corroem, daí não haver preocupação maior com sua proteção. Em termos práticos, significa dizer que, para as varas de 10mm de diâmetro, utilizadas nesta obra, foram feitas ranhuras de 12mm de largura e 25mm de profundidade. Outras particularidades das varas de fibra de carbono:

- Excelentes propriedades físicas, como resistência à tração, módulo de elasticidade, etc, além de extremamente leves.
- Um menor diâmetro de vara assegura menor trabalho de abertura ou ranhura para aderência na estrutura.
- Excelente condição de superfície/textura assegurando ótima condição de aderência com o epóxi estruturante.
- Excelente adequabilidade a todo tipo de estrutura, particularmente as de seção circular.

### A obra

O ataque à obra foi feito por andaimes motorizados suspensos, abrangendo toda a



Pistola, com duplo cartucho, de epóxi estruturante para preenchimento das ranhuras utilizadas neste serviço. O acabamento foi feito a espátula.

seção de um silo. O primeiro serviço foi o levantamento das fissuras, trincas e des-

placamentos existentes na superfície. O calafetamento, para os serviços de injeção,



## Strip seal

### Injeção sem vazamentos?

Strip Seal é a vedação ideal pra qualquer tipo de injeção, particularmente as de epóxi. Não perca mais tempo para poder injetar. Esta borracha cura em 40 minutos, permitindo a sequência do serviço de monolitização da estrutura, sem perda de tempo, vedando a trinca contra a perda de material. Aguenta altas pressões. Após a injeção, é facilmente removida, não afetando a superfície. É ideal, também para o tratamento de juntas com injeção de poliuretano expansivo hidroativado, com metacrilato, com epóxi, etc. Não perca mais tempo.

**STRIP SEAL na trinca.**

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



O uso de andaime motorizado foi fundamental à redução dos serviços.

moção da superfície sem maiores trabalhos, ou seja, apenas puxando-se a tira. Este material evitou os serviços adicionais de remoção, por lixamento, da colmatação epóxica. A injeção, feita através de injetores tipo chupeta e aderidos com a mesma pasta, foi executada com epóxi de baixíssima viscosidade (50cps) de modo a garantir total penetração nas fissuras/trincas principais, secundárias e demais comprometimentos existentes nas paredes. O endurecimento rápido deste epóxi assegurou uma execução sem contratempos desta importante fase de monolitização da estrutura. A fase do reforço começou após o mapeamento de linhas horizontais e verticais, de modo a preparar as superfícies para a abertura das ranhuras. O serviço

foi feito com pasta epóxica flexível, de pega rápida (40 minutos), que assegurasse sua re-

de abertura das ranhuras foi executado com serras de alta rotação, utilizando-se duplo

disco adiantado com 12mm de abertura. A profundidade do corte foi de 24mm. O trabalho de limpeza das cavidades foi feito com hidrojateamento seguido de secagem com ar comprimido. O trabalho de aderência das varas de fibra de carbono dentro das cavidades foi feito utilizando-se epóxi estruturante tixotrópico insensível à umidade e com pot-life em torno de uma hora. Explica-se. A tixotropia do epóxi é essencial para evitar que o produto escorra nas ranhuras após a aplicação. Uma vez aplicado o epóxi estruturante, introduziram-se as varas, colmatando-se, com mais epóxi, corrigindo-se a superfície. As varas de fibra de carbono, com diâmetro de 10mm foram fornecidas em rolos. São extremamente leves, se comparadas às varas de aço de mesmo diâmetro. O trabalho de fixação das varas horizontais começou em uma extremidade, na interseção com o selo adjacente, seguindo pela ranhura até a outra extremidade. A profundidade de cerca de 24mm permitiu a instalação das varas verticais, sem maiores problemas. Após a execução do reforço foi feito um tratamento estético com tinta acrílica elastomérica.



## Nada de injeção e perda de tempo.

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

## PP50 na sua estrutura!

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



**LIRA**



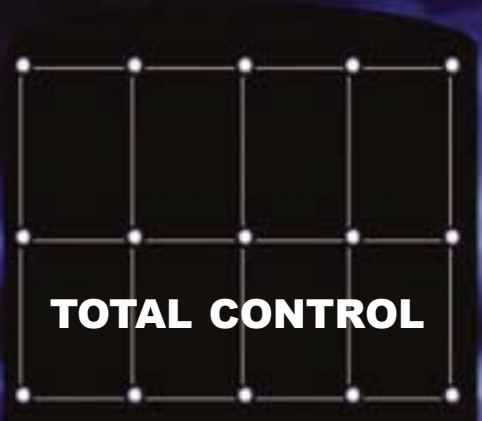
**CEFEU**



**DRAGÃO**



**URSA MENOR**



**TOTAL CONTROL**



**TOTAL CONTROL**

Não, não é outra constelação. São estruturas monitoradas com sensores de fibra ótica TOTAL CONTROL, que medem variações de temperatura, campos magnéticos, vibrações, umidade, cargas, pressões, contaminação química, etc. Pontes, túneis, barragens, estacas, piers, interceptores oceânicos, instalações nucleares são algumas das estruturas monitoradas, de modo global, e com resolução micrométrica pelos nossos sensores. Nada escapa ao TOTAL CONTROL. Medir só deformações não informa o real comportamento da estrutura. Faça monitoramento completo, com fibra ótica TOTAL CONTROL.

## Monitoramento com fibra ótica

Monitorar uma obra após a recuperação ou reforço é uma atitude praticamente desconhecida por muitos. Portanto, aqui está um belo exemplo de engenharia ou da ausência da queda de braço desnecessária entre mesquinha e desconhecimento, que não pode existir em obras importantes. Medidores de deformação? Quem já não ouviu falar? Relógios medidores ou extensômetros, fissurômetros

etc. Uma nova tecnologia de monitoramento à base de fibra ótica e já em uso no mercado mundial foi a escolhida. Aproveitando-se as ranhuras, instalaram-se diminutos fios de fibra ótica em diversos níveis da estrutura, de modo a conhecer-se não só o nível de deformações, mas o comportamento da estrutura como um todo, seja pelas cargas impostas, seja pelo efeito térmico, umidade etc. Este sistema de monitoramento estrutural usa sensores especiais de fibra ótica capazes de medir qualquer movimento, mesmo entre espaços diminutos, com sensibilidade de dois micrômetros (2/1000mm). O sistema é composto por sensores óticos e fios que tanto podem ser instalados dentro das ranhuras como fixados na superfície da estrutura. Um fio mestre é con-

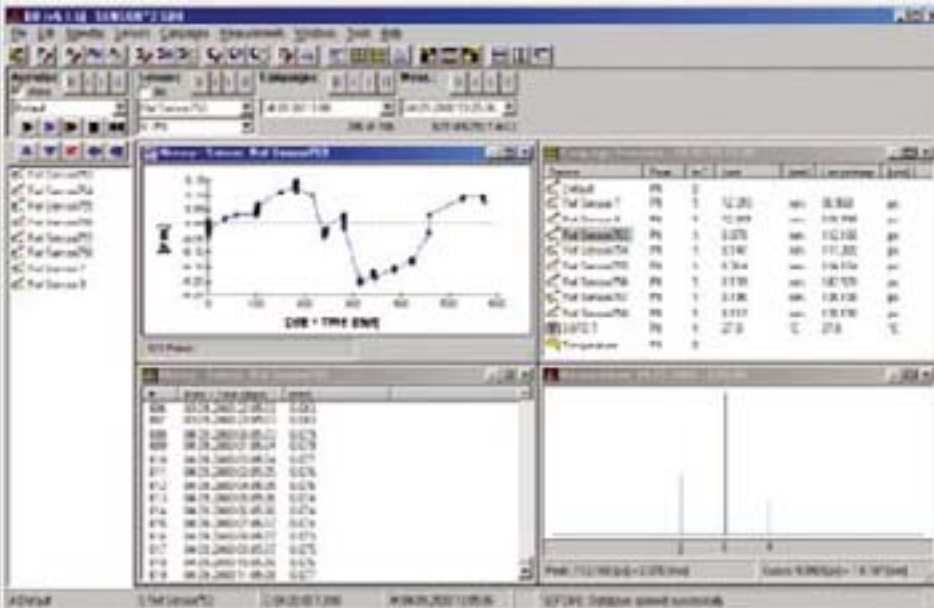


Os sensores de fibra ótica, a caixa de medição e os fios.

duzido até uma pequena caixa de medição na base de cada silo. Através de uma unidade de leitura portátil, em forma de maleta, registra-se periodicamente as leituras. Simultaneamente, acopla-se a unidade de leitura a um computador, de modo a, com softwares específicos, obter-se diversos tipos de gráficos de controle. Esta tecnologia já é utilizada em pontes, túneis, barragens e outras estruturas. Não requer calibração e pode ser acoplado a um modem de maneira a promover o controle remoto da estrutura. **T**

Unidade de leitura acoplada a um computador.

Visão de um controle feito no computador.



### Fax consulta nº 06



#### RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Técnica de Recuperação.

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

#### REFERÊNCIAS

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

## TRINCAS EM PISOS DE CONCRETO? SINISTRO, MUITO SINISTRO!

*Aplique hoje mesmo METACRILATO e considere o crime resolvido.*

O que as trincas e fissuras fazem em um piso de concreto, seja industrial ou comercial, é um verdadeiro crime. Combata estes efeitos com a melhor e mais eficiente arma: METACRILATO. É só verter, espalhar e pronto. Acaba-se o sinistro. METACRILATO restitui, em 30 minutos, a monoliticidade do concreto, pois adentra sozinho em fissuras de até 0,01mm. Aplicável também em vigas, pilares e lajes, sem equipamento de injeção.

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
**Fax consulta nº 07**





Uma típica impermeabilização de lado positivo com manta hidroativada de bentonita.

A pressão hidrostática atuando em uma parede.

Carlos Alberto Monge

# A impermeabilização em obras subterrâneas

Conheça o mecanismo de ação da água freática nas estruturas, assim como as estratégias para sua neutralização

Tanto durante a fase de projeto para a impermeabilização de obras subterrâneas, sejam túneis, barragens ou subsolos de edificações, assim como no calor das discussões que norteiam as obras de recuperação, torna-se necessário, aos técnicos envolvidos, conhecimentos elementares de hidrostática. Estruturas subterrâneas devem

resistir a uma combinação de pressão hidrostática e a proveniente do próprio solo, que pode variar de 500 a 1000kg/m<sup>2</sup> para cada metro de profundidade. Esta pressão, obviamente, diminui para solos granulares e secos, facilitando sobremaneira o fluxo d'água subsuperficial vertical e aumenta para solos saturados, aproximando-se da-

quelas propriedades dos líquidos. Alguns solos, como as argilas e siltes saturados, exercem pressão lateral (kg/m<sup>2</sup>) igual as suas densidades (kg/m<sup>3</sup>), as quais podem exceder completamente a pressão hidrostática. Esta pressão adicional no terreno, entretanto, afeta apenas a estrutura da parede ou da laje. Apesar das tensões laterais adicionais de compressão na película da impermeabilização, por aderência ou nos capilares do concreto tratados por cristalização, a ameaça de infiltração virá apenas pela pressão da água líquida. A pressão hidrostática aumenta linearmente com a profundidade, produzindo um padrão de carregamento horizontal triangular (ver figura a seguir).

## GLOSSÁRIO

- Pressão de vapor** - Pressão exercida por um vapor em equilíbrio com sua forma líquida.
- Pressão hidrostática** - Pressão exercida pela água líquida estacionária, em todas as direções, contra uma superfície adjacente. A pressão hidrostática é diretamente proporcional a altura d'água. É igual ao produto da densidade da água, isto é, 1001,25kg/m<sup>3</sup>, multiplicado por sua altura em metros, originando uma pressão em kg/m<sup>2</sup>.
- Ponto de orvalho** - Temperatura na qual o ar torna-se saturado (100% de UR) e ocorre a condensação do vapor d'água.
- Orvalho** - Condensação da água na grama ou em outras superfícies em contato com o solo.
- Condensação** - Processo através do qual o vapor d'água muda para água líquida. Mudança da condição de vapor para líquido devido à uma redução do calor.
- Temperatura do ponto de orvalho** - Temperatura em que começa a condensação do vapor d'água, normalmente devido a um processo de redução na temperatura do vapor. É a temperatura em que se forma o orvalho.

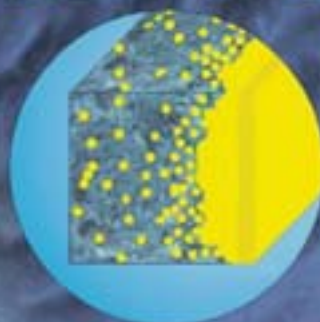
*Pensando em impermeabilizar...*

**lado negativo** ou **lado positivo**

**use**

**cristalização**

**PENETRON**



Capillary active hydrophilic waterproofing

A fórmula iônica de PENETRON migra profundamente através do concreto, reagindo com os produtos do cimento portland hidratado, formando uma micro estrutura cristalina totalmente insolúvel e impermeável. Se você já impermeabiliza concreto por cristalização, vai se surpreender com PENETRON. Sua fórmula é mais avançada pois contém micro aditivos hidrófilos que, após migrarem profundamente através dos capilares, vazios e microfissuras do concreto, promovem um bloqueio dinâmico, tornando a impermeabilização mais segura e garantida.



PENETRON é ideal para impermeabilizar paredes e pisos de reservatórios, ETEs e ETAs, caixas subterrâneas, túneis, peças de fundação e tudo o mais que sua imaginação desejar. Peça hoje mesmo o catálogo e veja a diferença. PENETRON é o impermeabilizante por cristalização mais utilizado nos EUA.

**PENETRON coating, dry shake, repair and admix specialty products provide the ultimate value engineering.**



Se o nível d'água do terreno chega ao nível da rua (como é comum após chuva torrencial), a pressão hidrostática, nestas condições, poderá ser:  $P=Wd$  atuando na laje superior,  $P=W(d+h)$  pressão atuando na base das paredes, e  $P=W(d+d)$  pressão atuando na laje inferior. Se  $d=1,00m$  e  $h=3m$ , a pressão lateral na base da parede poderá ser igual a  $1000(1+3) = 4000kg/m^2$ .

A uma profundidade de 3m, por exemplo, a pressão hidrostática atuante será de, aproximadamente,  $3000kg/m^2$  em todas as direções. As pressões mostradas na figura acima presumem um lençol freático ao nível da rua, suposição bastante comum, e que sempre deverá ser levada em conta.

Quando o nível d'água do solo está submetido à pressão atmosférica, é conhecido também como nível freático e tanto poderá estar ao nível da rua quanto a vários metros abaixo. Caso este nível suba, ocorrem pressões hidrostáticas nos componentes subterrâneos da edificação. De outra forma, quando a estrutura é construída abaixo do lençol freático, existirá pressão hidrostática tanto no piso que faz contato com o solo, como também nas paredes da estrutura. Frequentemente, temos o aumento do nível freático devido às chuvas torrenciais, o que aumenta a pressão hidráulica atuante na estrutura subterrânea. Esta pressão hidráulica depende exclusivamente do nível

freático e da natureza do solo. Com relação a este último fator, sabemos que a água sobe por ação capilar na maioria dos solos, podendo alcançar 3 metros em solos de partículas microscópicas, como as argilas e siltes, ou não subir nada em solos granulares, já que os espaços entre partículas anulam a capilaridade. No entanto, mesmo em solos arenosos, poder-se-á ter uma zona de saturação acima do nível freático, algo em torno de meio metro, o que aumenta também a pressão hidráulica (veja tabela 1). Evidentemente, toda primeira laje de obras subterrâneas, normalmente garagens abaixo do nível da rua, em que o nível freático está atuante, deverá ser dimensionada para



Impermeabilização com cristalização, via dry shake, em um piso de concreto submetido a processo de umidade ascendente. Repare a aspersion do pó cristalizante e a acabadora mecânica.

### GLOSSÁRIO

**Nível freático** - Nível d'água no solo saturado onde a pressão hidrostática é zero. Superfície superior da zona de saturação no solo. Geralmente acompanha uma determinada linha topográfica, apresentando flutuações, coincidindo com o nível do terreno em lagos e rios.

**Zona de saturação** - Solo ou rocha abaixo do nível d'água do solo. Área saturada, abaixo de uma determinada linha do terreno.

**Água freática** - Água que, abaixo do nível freático, movimenta-se lateralmente, sob pressão freática, preenchendo todos os poros do solo. Água que se movimenta livremente pelo solo apenas sob a influência da gravidade.

**Aqüífero** - Formação permeável que permite a passagem da água suficiente para alimentar poços.

**Aqüicludo** - Camada impermeável que impede qualquer passagem a fluxos d'água do solo.

**Água artesianas** - Água do solo, sob pressão suficiente, que sobe facilmente acima do nível em que é encontrada, quando interceptada por poço.

**Gradiente hidráulico** - É a inclinação do nível freático, originado pelo gradiente de pressões, necessário para vencer a resistência de atrito, possibilitando a ocorrência do fluxo freático. Inclinação do fluxo d'água, geralmente dado em metros por quilômetro.

## IMPERMEABILIZANTES NATURAIS

### LADO POSITIVO

- Beiju.
- Elastômero bentonítico.
- Pannel impermeabilizante bentonítico.
- Manta impermeabilizante bentonítica.
- Geosintéticos, impermeabilizantes bentoníticos.

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 13

### Aumento capilar

Aumento da capilaridade	Tipo do solo	Zona de saturação
3 m	Argila	1,70 m
3 m	Silte	1,70 m
2,5 m	Areia fina	1,30 m
0,70 m	Areia grossa	0,50 m
0 m	Cascalho	0 m

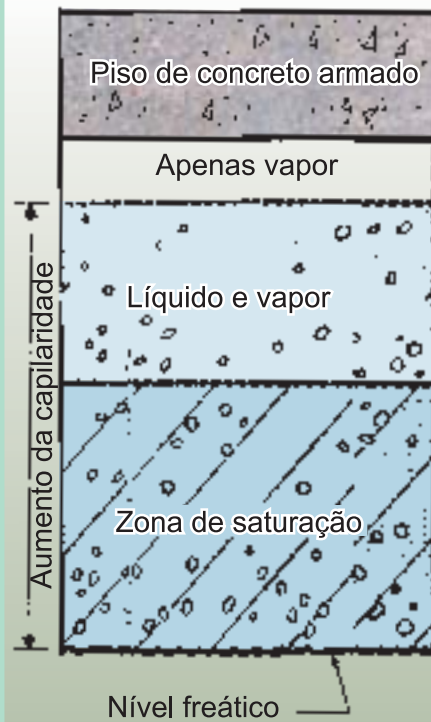


Tabela 1 - A água sobe por ação capilar em todo tipo de solo, exceto nos cascalhos. Nas argilas e siltes, a zona de saturação estende-se até cerca de 1,80m acima do nível freático. A umidade na zona de saturação também exerce pressão hidrostática e, naturalmente, todos os elementos da impermeabilização deverão ter resistência suficiente.

resistir a uma possível elevação provocada pela pressão hidrostática (laje de subpressão). A título de curiosidade, utiliza-se os seguintes artificios no cálculo da primeira laje:

- Aumento no peso da laje, de modo a contrabalançar o efeito da pressão hidrostática.
- Aumento da resistência à flexão, ancorando-a nas fundações.
- Fixação com chumbadores ou tirantes no solo ou rocha.

Não é incomum ocorrer a ruína destas lajes, seja por tensões de cisalhamento ou flexão, devido ao aumento da pressão hidráulica que atua, de forma desigual, no lado positivo, isto é, no contato com o solo. A utilização de mantas resistentes e flexíveis como as de PVC, no lado positivo, oferece excelentes resultados impermeabilizantes. Todo o cuidado é pouco durante sua instalação e posterior concretagem. Uma das vantagens da manta flexível de PVC é que também bloqueiam o vapor d'água, que é prejudicial para as armaduras do concreto, para o ambiente e, naturalmente, para as pessoas que ali circularão.

### A ação do vapor d'água

A difusão do vapor d'água é bem parecida com a condução térmica durante a transferência de energia calorífica. Quando há uma diferença na pressão de vapor entre dois lados de uma edificação, ocorrerá um fluxo de vapor do lado maior para o lado menor. Este fenômeno de equalização da pressão é consequência da teoria cinética dos gases. Na atmosfera, o vapor d'água é apenas um gás figurante, assim como o dióxido de carbono e o argônio, já que há predominância dos gases nitrogênio e oxigênio. A pressão de vapor depende essencialmente da temperatura e da umidade relativa (UR). Um aumento da temperatura faz crescer exponencialmente a pressão do vapor. A presença da água junto à primeira laje ou paredes da estrutura induz, no lado positivo, uma UR igual ou próximo a 100%, enquanto que a UR do ambiente interno ou junto ao lado negativo é bem inferior. Logicamente, o fluxo de vapor será impelido para o ambiente interno da edificação, de forma horizontal, nas paredes da estrutura e vertical na laje. Um detalhe interessante é que

### Esta não é uma boa injeção...



...mas para impermeabilizar com injeção de gel é preciso conhecimento.

Este é o gel da concorrência

Procedência .....	Alemanha
Base .....	Poliuretano
Coloração .....	Marrom Claro
Densidade .....	1,02g/cm <sup>3</sup>
Relação de mistura .....	3:1 em peso
Viscosidade .....	285cps
Pot life .....	50'
Tempo de reação .....	2 horas
Resistência à tração .....	-
Dureza Shore .....	40
Preço .....	R\$ 55,00/litro
<b>Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.</b>	

Veja agora o nosso Gel

### GEL XPTO

Procedência .....	Alemanha
Base .....	Poliuretano
Coloração .....	Marrom Claro
Densidade .....	0,98g/cm <sup>3</sup>
Relação de mistura .....	2:1 em peso
Viscosidade .....	70cps
Pot life .....	50'
Tempo de reação .....	2 horas
Resistência à tração .....	2,2MPa
Dureza Shore .....	52
Preço .....	R\$ 45,00/litro
<b>Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.</b>	

Viu? agora nos próximos serviços de injeção de poliuretano, para acabar com infiltrações em barragens, estações de tratamento de águas e esgotos etc., não aceite outro GEL para injetar.

# Injete XPTO

Tele-atendimento  
 (0XX21) 2493-6740 • fax (0XX21) 2493-5553  
 produtos@recuperar.com.br  
 Fax consulta nº 14



Estas duas figuras mostram como torna-se perpétuo o fluxo de vapor para dentro do subsolo. O mesmo não ocorre com a parte superior interna da edificação, que inverte completamente o fluxo.

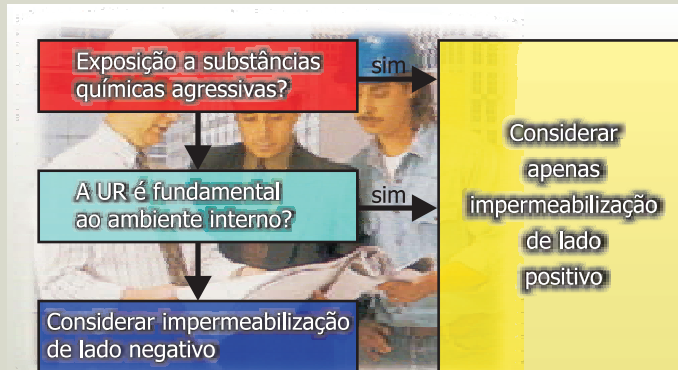
quando o ambiente interno está a uma temperatura considerada elevada, mesmo existindo a diferença na UR, poder-se-á ter, ainda assim, um equilíbrio. Por exemplo, dentro de uma garagem situada no 2º subsolo de uma estrutura enterrada, poder-se-á ter uma pressão de vapor com a condição de 25°C, 50% de UR, equilibrando-se com a pressão de vapor do lado positivo de 15°C e 100% de UR (figura A acima). De um modo geral, o gradiente da pressão de vapor ocorre do lado positivo para o negativo e necessita de impermeabilização específica. Na órbita do poder da pressão de vapor, comumente ocorre entre nós o fenômeno da condensação, devido ao contato deste fluxo com a parede ou piso (lado negativo) em uma temperatura de ponto de orvalho.

Grandes períodos com temperaturas altas faz aumentar a temperatura do solo, o que não ocorre tão facilmente com a temperatura da garagem situada no subsolo. Isto é suficiente para deflagrar um forte fluxo de

vapor proveniente do lado positivo, imaginando ter chegado a 27°C com os mesmos 100% de UR, em direção ao ambiente do subsolo, já que se manteve com aquela temperatura agradável de 25°C e com 50% de UR. Veja a figura B ao lado.

### A impermeabilização subterrânea

Entre nós, é raro um projetista especificar impermeabilização de lado positivo quando a estrutura tem dois, três ou quatro subsolos, já que o método construtivo normalmente não permite. A contaminação do meio ambiente devido a esgotobrás de nossas autoridades, em nossos canais, rios e lagoas, tem provocado sérios problemas em estruturas subterrâneas devido à ocorrência da contaminação do solo e da água freática. O resultado é o mau cheiro (geralmente os gases sulfeto de hidrogênio e metano) encontrado em alguns subsolos que, embora possam não ter infiltrações, permi-



Este diagrama evidencia o processo de eliminação para a decisão do projeto de impermeabilização, positiva ou negativa, em uma obra nova. Numa obra de recuperação, torna-se obrigatória a impermeabilização pelo lado negativo, por cristalização ou por injeção de poliuretano hidroativado, ou ambas.

# PVC MANTA

MANTA DE PVC FLEXÍVEL ULTRA RESISTENTE

## A melhor solução impermeabilizante

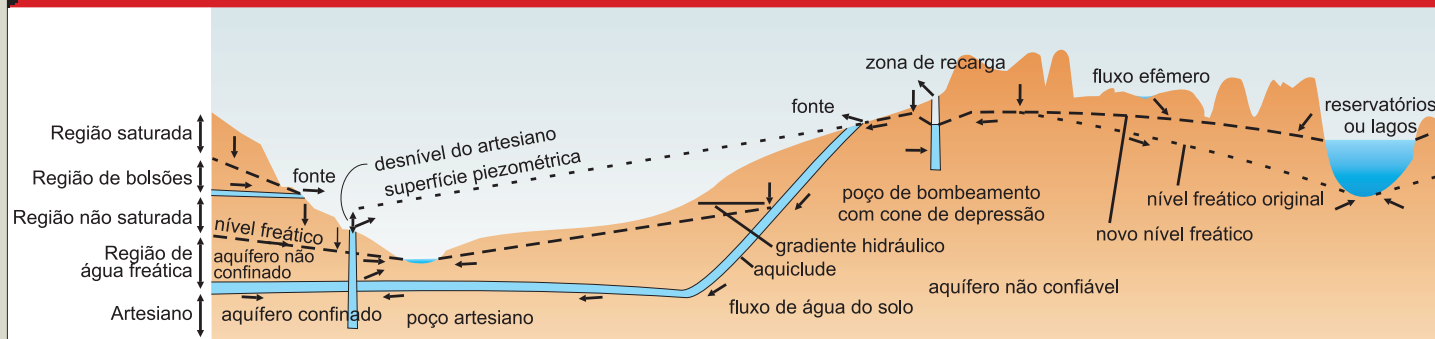
- Edificações.
- Aterros sanitários.
- Cisternas.
- Tanques de dejetos.
- Reservatórios e canais.
- Impermeabilização de lado positivo.

40 milhões de m<sup>2</sup> colocadas no mercado atestam a eficiência da manta de PVC flexível, ultra resistente. Peça seu catálogo hoje mesmo.

**Tele-atendimento**  
(0XX21) 2493-4702  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br

**Fax consulta nº 15**

## Situação da água do solo (zonas)



tem, através do fluxo do vapor, esta “overdose” em nossa saúde e na do concreto armado. Torna-se, portanto, necessário barrar além da água, todos os demais contaminantes existentes no subsolo.

### A impermeabilização de lado positivo

A impermeabilização pelo lado positivo pode ser feita utilizando-se os seguintes materiais:

- Revestimento bentonítico.
- Manta à base de betume.
- Mantas flexíveis de PVC.
- Cimentos cristalizantes.

A manta flexível de PVC, sem qualquer dúvida, é a que oferece o melhor custo/benefício (preço/qualidade) devido as seguintes vantagens:

- Menor dependência na preparação das superfícies.
- Ausência de risco de furo ou rompimento da manta.
- Emendas com 100% de qualidade.
- Grande resistência química.
- Durabilidade assegurada por, pelo menos, 20 anos.

### A impermeabilização de lado negativo

O modal desta técnica confunde-se com os serviços de recuperação, muito embora aplicável em todo tipo de obra nova, como edificações, túneis etc., onde o acesso ao lado positivo é impossível. O uso de membranas coladas no lado negativo não funciona porque, tanto a água quanto o vapor d'água promovem o descolamento do material. A impermeabilização de lado negativo divide-se em revestimento de conversão química ou de cristalização, revestimento de aderência com porosidade zero e na utilização de injeções de poliuretano hidroexpansivo, gel de poliuretano e resina acrílica aquosa.

## Os segredos da corrosão I

Próxima Edição

**RECUPERAR**

# Quando o Assunto é Impermeabilização Contra a Carga Hidrostática

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

Injete  
**PH FLEX**

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-4702  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 16

**MERGULHE  
FUNDO**

### Por cristalização

Durante o processo de hidratação do concreto provocado pela fuga da água adicional incorporada à massa, fica para trás um verdadeiro labirinto desconjuntado de poros, fissuras e trincas que, dependendo do calibre, permitirá a passagem de fluxos de vapor d'água ou, propriamente, da água líquida. A impermeabilização por cristalização tem a particularidade de preencher tais vazios, migrando, adicionalmente, devido ao seu perfil iônico, para dentro dos capilares da matriz.

São substâncias orgânicas e inorgânicas que, em solução, reagem quimicamente com a água capilar ou com a umidade presente e com as partículas de cimento portland não hidratadas, além da cal livre presente na matriz do concreto. Preenchem, através da formação de extensas moléculas, os capilares e as fissuras próprias da retração do concreto. Em forma de pó, é misturado à água e aplicado com rolo ou trincha. Este material promove uma reação catalítica, gerando cristais ramificados insolúveis dentro dos poros e vazios da matriz (pasta de cimento) do concreto. Uma formulação mais moderna deste impermeabilizante já contém partículas hidrófilas em excesso, que são ativadas e, literalmente, incham à medida em que há uma reincidência da infiltração, seja pelo aumento da pressão hidrostática ou pela surgência de micro fissuras devido à retração tardia do concreto.

De um modo geral, em obras novas, é utilizado na forma líquida, de modo a promover, de forma definitiva, a formação de uma massa estanque. Pode ser incorporado em pisos, após a concretagem, na forma de pó, passando em seguida a acabadora mecânica. O resultado é excelente. É aplicado correntemente em túneis, através de concreto projetado. A preparação da superfície, para concretos antigos, exige a remoção daquela nata superficial indesejável, expondo os poros do concreto, seguidos de molhação intensa.

### Por aderência

Nos anos 60, Europa e EUA desenvolveram este tipo de impermeabilização, usualmente à base de revestimentos e argamassas cimentícias. Tecnicamente, poderiam ser descritos como "membranas ou barreiras cimentícias", já que não trafegam pelos capilares, trocando figurinhas apenas, por compatibilidade química, com o cimento portland do concreto base para fazer um excelente trabalho de aderência. A impermeabilização por aderência

também é à base de cimento portland e areia finíssima de quartzo ou sílica. Os aditivos utilizados, no entanto, ativam o produto de modo a torná-lo 100% livre de vazios ou poros, ao mesmo tempo em que aderem tenazmente à superfície do concreto.

Os impermeabilizantes cimentícios que trabalham por aderência no lado negativo são os inorgânicos, modificados com polímeros e elásticos. Suportam também considerável pressão hidrostática, mas têm o inconveniente de não poderem ser aplicados em superfícies expostas ao tempo. Não bloqueiam o vapor d'água.

### Por injeção

O poliuretano hidroexpansivo, seu gel e a resina acrílica aquosa foram desenvolvidos para impermeabilizar, por injeção, qualquer tipo de surgência d'água que apareça através de trincas, fissuras, ninhos de concretagem, juntas frias e juntas de dilatação. É utilizado corriqueiramente para acabar com minações d'água em barragens, minas, túneis, caixas de passagens, reservatórios, caixas de elevadores, paredes diafragma, eletrodutos, cabos de força e telefones que tenham presença d'água. O poliuretano gel é indicado para ser injetado em fissuras diminutas, capilares ou como complemento após a injeção do poliuretano espuma que, algumas vezes, não consegue atingir os desdobramentos das trincas dentro do concreto, as chamadas trincas secundárias ou terciárias. É preciso distinguir dois tipos de poliuretano espuma, existentes no mercado. Um é hidrófilo, o que significa que necessita toda e qualquer molécula d'água para expandir. O resultado é uma cadeia expansiva cheia de moléculas d'água penduradas. Em termos práticos significa que, caso o concreto assim tratado fique exposto à ação do sol, perderá estas moléculas d'água, deixando a estrutura de espuma com vazios, tornando-

se permeável à passagem d'água. Daí a necessária complementação com o poliuretano gel. O outro é hidrófobo, bastando "ver" a água para promover sua cadeia expansiva sem qualquer molécula d'água pendurada. Este poliuretano espuma não necessita de tratamento complementar com o poliuretano gel. A resina acrílica, recentemente introduzida no mercado, possui viscosidade igual a da água, após preparada. Por ser um produto de dois componentes, com relação de mistura 1:1 e com pot-life extremamente pequeno, deve ser injetado com bomba de dois componentes. Alterando-se o catalizador do produto, seu pot-life aumentará e, assim, poderá ser injetado com bomba comum de injeção de poliuretano espuma. Quando o poliuretano hidroexpansivo entra em contato com a água ou umidade promove uma reação de expansão quase que instantânea, formando uma densa barreira sólida de espuma com células fechadas, preenchendo e impermeabilizando trincas, fissuras e poros por onde a água tem acesso. Este produto é altamente adesivo e penetrante, desenvolvendo profundo trabalho de ancoragem em ambos os lados da fissura injetada. Como consequência, promove uma tenaz aderência em, praticamente, todos os substratos, estejam secos, molhados ou úmidos. T

**Fax consulta nº 17**



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Impermeabilização.

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

**REFERÊNCIAS**

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

**Trincas com movimento?**



Juntas serradas precisam ser calafetadas com Epóxi 36. O tráfego de empilhadeiras quebra as bordas das juntas.

A melhor solução para as trincas problemáticas que têm movimento é com o EPOXI 36. Ele adere, de forma excelente, nas bordas, permitindo que a trinca "trabalhe" adequadamente, sem comprometer o resto do piso. As juntas serradas também devem ser tratadas com EPOXI 36.

**Use Tecnologia.**  
**Use EPÓXI 36**  
Fax consulta nº 18

Trincas vivas precisam de Epóxi 36



**Tele-atendimento**  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)

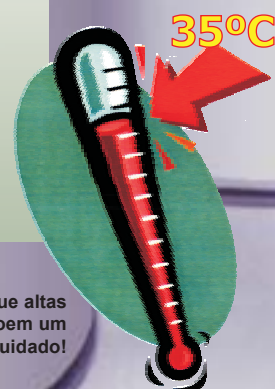
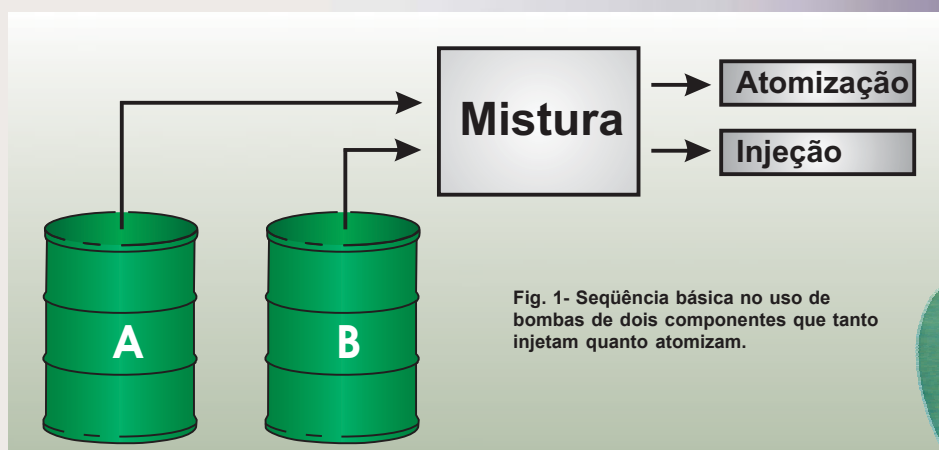


# Os impermeabilizantes à base de dois componentes

Michele Batista

Do mutante poliuretano ao versátil acrílico, é preciso entender a relação de mistura destes produtos.

Os impermeabilizantes orgânicos de apenas um componente, muito embora possam ter sua cura acelerada, ainda assim oferecem um bom tempo para a aplicação com bombas que trabalham com um só produto. Estamos falando de bombas airless ou, literalmente, sem ar, que sugam o produto diretamente do balde e jogam-no em forma de spray ou injetam-no em paredes ou em solos. De um modo geral, os impermeabilizantes orgânicos “monocomponentes” do tipo poliuretano hidroativado já vêm com tudo em cima, ou seja resina, solvente, aditivos e catalizador. A adição do promotor ativa o produto, deixando-o mais reativo. Estes materiais curam por um tipo de reação química chamada de Ligação Cruzada (LC). Ao abrir uma lata, pode apostar, já começarão a reagir formando LCs, polimerizando. Os impermeabilizantes de dois componentes, por outro lado, também curam através de LCs. Basta medi-los e misturá-los adequadamente, antes da sua aplicação. A reação química começa imediatamente após a mistura. A questão é a rapidez com que a reação acontece, impedindo uma aplicação adequada do produto com bombas monocomponentes. É



Lembre-se de que altas temperaturas impoem um pot life curto. Cuidado!





## Grupo falcão bauer

Rua Aquinos, 111 - São Paulo - CEP 05036-070  
fones: (11) 861-0833 / 861-0677 - fax: (11) 861-0170  
internet: <http://www.falcaobauer.com.br> - e-mail:  
[bauer@falcaobauer.com.br](mailto:bauer@falcaobauer.com.br)  
CREDENCIADO: INMETRO E IBQN

- Controle global da qualidade na construção;
- Controle tecnológico de concreto, solos e pavimentação;
- Recuperação e reforço de estruturas;
- Gerenciamento e fiscalização de obras;
- Inspeções e laudos técnicos em estruturas;
- Provas de cargas e controle de recalques;
- Análises químicas, físicas e metalográficas.

# KEVLAR®

only by DuPont

POWER OF PERFORMANCE



## Reforce suas obras com tecnologia DuPont.

KEVLAR® é uma fibra desenvolvida pela DuPont que inova o conceito de reforços em estruturas de concreto armado e protendido.

De alto desempenho, KEVLAR® é a melhor alternativa para substituir os processos tradicionais de reforço por chapa colada, aumento de seção do concreto e aço com ou sem concreto projetado e protensão externa. A melhor tecnologia para reforço estrutural, seja em lajes, vigas ou pilares é da DuPont.

KEVLAR® oferece o melhor custo x benefício se comparado à fibra de carbono, com excelente durabilidade e resistência.

KEVLAR®, um novo conceito em reforço de estruturas.



Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta nº 25

por esta razão que existem bombas airless, de dois componentes, com várias relações de mistura e que a fazem na pistola, antes da saída do produto.

### Dicas para se trabalhar com bomba de dois componentes

- Dever-se-á treinar o pessoal, utilizando-se a bomba com água ou outro líquido.
- É fundamental conhecer cada compartimento da bomba, assim como desmontá-la e limpá-la.
- Assegurar-se que todas as partes da bomba estão em perfeita situação, isto é, sem vazamentos ou peças gastas.
- É fundamental ter um técnico especializado cuidando da bomba, enquanto o pessoal de operação injeta ou faz spray.
- Limpar totalmente o equipamento após o trabalho, se possível, desmontando suas partes para remover sujidades e assegurar-se de que não está havendo desgaste excessivo. O bloco onde ocorre a mistura ou a pistola de injeção, mangueiras de sucção e injeção, deve ser limpo e checado após o serviço.
- Muita atenção na relação de mistura. Qualquer erro é duplo prejuízo, isto é, perda do material e serviço mal feito.

### Os impermeabilizantes de dois componentes

Os produtos à base de dois componentes, invariavelmente são taxados de conjunto A e conjunto B. O primeiro é o material base, ou seja a resina, um prepolímero ou polioli, que dá ao produto final a característica de-

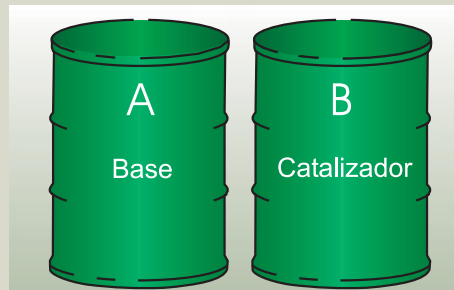
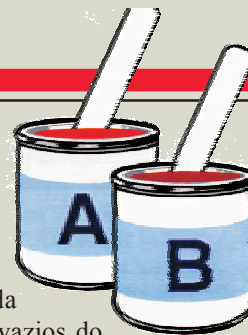


Fig. 2: A designação dos produtos de dois componentes



Antes de misturar os componentes, meça-os adequadamente. O tempo de mistura é fundamental. Atenção às especificações do fabricante.

Meça adequadamente cada componente.



seja, seja modificando a natureza de um solo, tomando o lugar da água dentro dos vazios do concreto ou formando uma barreira no lado positivo de uma estrutura. O componente B é o catalizador da reação, podendo ser chamado de isocianato, acelerador, promotor, ativador ou endurecedor. É o sinal verde da reação, o controlador de

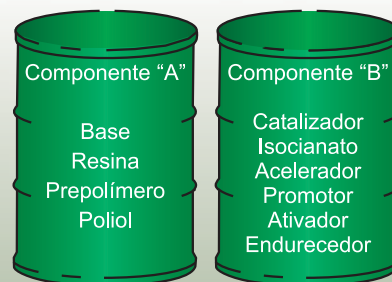


Fig. 3: Os termos usados nos componentes A e B.

sua velocidade, promovendo as ligações cruzadas e, finalmente, a polimerização.

Qualquer produto químico é tóxico para a pele. Use luvas.



## As melhores bombas de dois componentes?

### Conheça as melhores

- Extremamente simples de trabalhar.
- Injetam e pintam, garantindo retorno imediato.
- Assistência técnica permanente.
- Treinamento.
- Limpeza automática.
- Ampla relação de mistura.
- O melhor custo-benefício.

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 26



## Como passar de peso para volume

Para modificar uma relação de mistura de peso para volume deve-se utilizar a seguinte fórmula:

$$\frac{\text{Peso A}}{\text{Peso B}} \times \frac{\text{Peso/volume B}}{\text{Peso/volume A}} = \frac{\text{Volume A}}{\text{Volume B}}$$

Nota: A relação peso/volume de A e B precisa ser colocada na mesma unidade.

Exemplo: Tem-se uma relação de mistura em peso de 16 : 1 (A ; B)  
Pede-se a relação em volume

Dever-se-á misturar as seguintes quantidades:  
Componente A = 1 galão com 4,5 kg  
Componente B = 1 galão com 3,8 kg

Utilizando o esquema acima, a relação de mistura em volume será

$$= \frac{16}{1} \times \frac{3,8 \text{ kg/galão}}{4,5 \text{ kg/galão}} = 13,5 : 1$$

logo, a relação em volume de A : B será 13,5 : 1

### A mistura dos componentes

A reação química começa tão logo os componentes sejam misturados e, a partir deste instante, sua viscosidade começa ser alterada, produzindo ou liberando calor. Cada

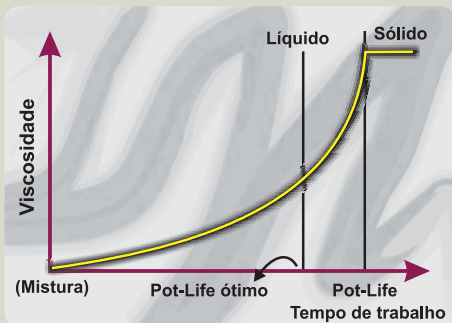
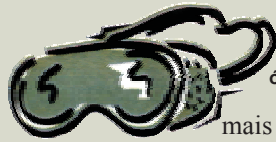


Fig. 4: À medida que o tempo passa, o pot-life diminui.

produto oferece um tempo de aplicação chamado "pot-life", definindo o início, quando acontece a mistura e o término, quando o produto não pode



Ao se trabalhar com pressão é fundamental usar óculos de pressão.

mais ser aplicado, devido à alta viscosidade e/ou início do endurecimento. A figura 4 explica bem o pot-life.

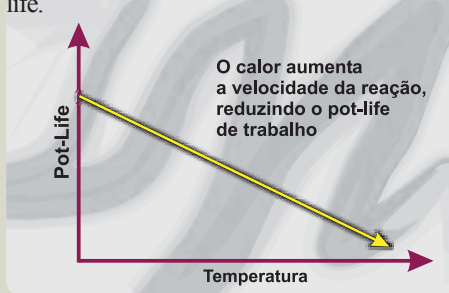


Fig. 5: Aumentando a temperatura, diminui o pot life ou acelera a cura.

A relação de mistura é a melhor composição entre A e B, de modo a produzir o produto com 100% de performance. O produto poderá vir com uma relação de mistura em peso ou em volume, tendo uma pequena margem de erro, chamada tolerância da relação de mistura. A relação de mistura, efetivamente, é o calcanhar de Aquiles do produto acabado. Pouco catalizador ou mesmo um excesso irá, com certeza, causar problemas no polímero final, a começar pelo pot-life do produto. Pouco catalizador, submete o produto a um processo de cura deficiente. Calor em excesso diminui seu pot-

Tenha sempre uma maleta de primeiros socorros perto.



life ou, o que é o mesmo, acelera a cura do material. A figura 5 mostra como o pot-life do polímero já misturado diminui com o aumento do calor. Com as bombas de dois componentes não há qualquer dificuldade em pulverizar ou injetar estes produtos. No entanto, ao utilizar uma bomba de dois componentes para fazer um trabalho de injeção, por exemplo, é preciso ficar atento à relação de mistura especificada pelo fabricante do produto. A relação de mistura a ser efetuada na bomba é sempre em volume. Se o produto é fornecido com relação de mistura em peso, haverá necessidade de fazer a conversão. Veja o box acima. **T**

#### Fax consulta n° 27



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Impermeabilização.

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

#### REFERÊNCIAS

- Michele Batista é química.

Instituto de Patologias da Construção  
**IPC Internet**  
[www.ipacon.com.br](http://www.ipacon.com.br)



# H<sub>2</sub>S. Que gás é esse que tanto nos incomoda e prejudica?

**Michelle Batista**

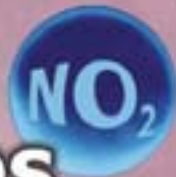
Saiba dos inconvenientes que este gás promove, tanto em sua saúde quanto nas estruturas de concreto armado e protendido.

Nosso nariz pode perceber vestígios de substâncias com concentração diminuta, coisa que instrumentos sofisticados nem sonham em detectar. É o caso, por exemplo, do gás sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico, (H<sub>2</sub>S), agente tóxico hoje conhecido de todos nós, associado a fluxos de esgotos e processos relacionados, assim como subprodutos de uma série de atividades industriais. Infelizmente, também associado, hoje, a lagoas, praias e até bueiros de rua. As condições biológicas que conduzem à formação do H<sub>2</sub>S geralmente favorecem a produção de substâncias orgânicas como os mercaptanos, tiofenol e o tiocresol, também muito mal cheirosos e tóxicos.

## **H<sub>2</sub>S. Mal cheiroso... e corrosivo**

A presença do H<sub>2</sub>S no ar induz o início da existência de problemas em estruturas de concreto armado e metálicas. De um modo geral, estações de tratamento de esgotos (ETEs), tanques de digestão de esgotos e estações de bombeamento, normalmente estão submetidas ao ataque deste gás, principalmente nas regiões acima do nível do líquido acumulado. Lagoas e canais, nas cida-

# Seu pulmão não é detector de gases tóxicos



A maioria dos gases tóxicos são cancerígenos e promovem inúmeras outras doenças. Seu pulmão é um órgão respiratório muito sensível e não foi feito para absorver estas substâncias. Use tecnologia. Use detectores de gases GASTECH. Cabem na palma de sua mão. Nossa linha dispõe de detectores para um ou vários gases, portáteis ou fixos, que podem ser acoplados ao seu computador. Não se exponha mais.





Viga e laje apoiadas na parede diafragma. Este subsolo, pertencente a um prédio localizado ao lado de um canal que recebe esgotos, está situado a cerca de 12m de profundidade. Suas paredes estruturais estavam submetidas a um fluxo contínuo de água poluída por esgoto doméstico e industrial. As paredes deste 3º subsolo foram, posteriormente, impermeabilizadas com injeção de poliuretano hidroativado. Antes, porém, o material entranhado nos vazios do concreto detonou um sério processo de corrosão, não tratado, nas armaduras da parede, vigas e regiões das lajes próximas.

des, também produzem este gás, devido a despejos clandestinos. As características básicas deste ataque são:

- Sulfetos têm que estar presentes na solução do esgoto. Podem ser originados de despejos comerciais, residenciais, industriais ou formados por bactérias anaeróbicas dentro do esgoto.
- Longas tubulações de esgoto, mesmo com pequeno gradiente, sem uma velocidade de líquido que possa promover sua auto-limpeza, poços de estações de bombeamento que recebem o esgoto, ou onde ocorrem longos períodos de retenção de material.
- A alta temperatura ambiente e a existente no local da concentração aceleram a septicidade e a formação do gás  $H_2S$ .
- Uma grande quantidade de gás  $H_2S$  escapa do esgoto e está presente no ar.
- O gás  $H_2S$  converte-se em ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), principalmente pela bactéria aeróbica existente no ar em presença de grande umidade relativa, o que é muito comum. Este ácido é um dos principais inimigos do cimento portland do qual é feito o concreto.
- O ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) assim formado ataca a matriz (pasta de cimento) do concreto e desenvolve um rápido processo de corrosão em seus armaduras. É o anúncio da destruição da estrutura.

Em se tratando de estruturas de concreto armado, que contenham esgotos, é necessário muito cuidado, já que suas caracterís-

ticas alteram-se de forma dinâmica. Uma diminuição do pH acarreta imediato aumento da quantidade de  $H_2S$ , tornando a estrutura mais sensível ao ciclo sulfeto de hidrogênio – ácido sulfúrico, particularmente em toda a região superior da estrutura fora da linha do esgoto.

Precisamos nos conscientizar de que este gás é venenoso, assim como os demais a ele associados. Ao inspecionarmos canais onde há presença deste gás, o que é facilmente detectável, torna-se necessário o uso de máscaras. Dever-se-á promover uma ventilação prévia em sistemas semi-fechados com alta concentração do gás, antes de iniciar uma vistoria. O acesso a estes locais só deverá ser feito quando constarmos, através de detectores portáteis, que a qualidade do ar em seu interior é a mesma que a do lado de fora.

## H<sub>2</sub>S. Mal cheiroso e... tóxico

### Efeito tóxico do H<sub>2</sub>S para várias concentrações

Odor fracamente perceptivo	~0,1 ppm
Odor moderado, facilmente detectável	5 ppm
Começa a irritar os olhos	10 ppm
Forte, odor intolerável	27 ppm
Tosse e olhos lacrimejantes. Perda do olfato após 2 ou 5 minutos	100 ppm
Conjuntivite, irritação no sistema respiratório após 1 hora	200-700 ppm
Perda da consciência, morte entre 30 e 60 minutos	500-700 ppm
Rápido desmaio, seguido de morte	700-1000 ppm

O sulfeto de hidrogênio ou gás sulfídrico, como alguns preferem, é um gás penetrante e tóxico. É mais pesado que o ar. Não apresenta cor e, acredite, é explosivo em determinadas concentrações. A ocorrência daquele cheiro característico de ovo podre prediz a existência de baixa a média concentração do gás. À medida que aumenta a concentração do gás, perde-se rapidamente o sentido da gravidade em que se está metido, podendo vir a ocorrer um desmaio repentino, seguido de morte, caso a pessoa não seja retirada do local e adequadamente tratada. A tabela abaixo evidencia a toxicidade do  $H_2S$  para várias concentrações.

Qualquer evidência da presença do  $H_2S$  deve ser motivo de avaliação e investigação da fonte geradora. De acordo com o

## Nanosfera. Conheça este novo mundo.

Próxima Edição  
**RECUPERAR**

O nível de exposição ao  $H_2S$  na Baía de Guanabara hoje, para muitas pessoas é intolerável. Veja o box para maiores detalhes.



## Saiba mais sobre a situação da Baía de Guanabara



### A Baía de Guanabara recebe por dia:

Cerca de 20 toneladas de lixo flutuante. Em dias de chuva, como 20/10/2001, chega a cem toneladas

O Canal do Cunha leva para a baía metade do total do lixo despejado

17 metros cúbicos por segundo de esgoto doméstico, o equivalente a um Maracanã cheio

64 toneladas de poluição industrial despejadas por seis mil empresas

300 quilos de metais pesados

Pequena parte do lixo flutuante sai da baía e, principalmente em dias de chuva, chega às praias da Zona Sul do Rio

U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA), o nível de exposição máxima, comumente aceito, é de 8 horas para uma concentração de 10 ppm. Para uma concentração de 20 ppm, o tempo de tole-

**RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL**

**teor engenharia**

FONE: (11) 3813-1833  
FAX: (11) 3814-5818  
e-mail: [engenharia@teor.com.br](mailto:engenharia@teor.com.br)

**POLICRET**  
ENGENHARIA LTDA

**RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL**  
**CONTENÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES**  
**MANUTENÇÃO CIVIL, PREDIAL E INDUSTRIAL**  
**CONCRETO PROJETADO**  
**REFORÇOS EM FIBRA DE CARBONO**  
**CONSTRUÇÃO CIVIL EM GERAL**

TELEFAX: (11) 3032-8722 - e-mail: [policret@ig.com.br](mailto:policret@ig.com.br)

**QUEM TEM EXPERIÊNCIA EM RECUPERAR E VALORIZAR SEU PATRIMÔNIO, PODE COMPROVAR E MOSTRAR RESULTADOS.**

**RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE OBRAS DE ARTE**

Protensão para estabilização da Ponte dos Remédios - PMSP



**ESTE-REESTRUTURA**

Reforço, recuperação estrutural e obras especiais

**TEL.: (11) 4615-2000**

R. Martiniano Lemos Leite, 680  
CEP 06700-000 Cota SP  
[www.esteestruktura.com.br](http://www.esteestruktura.com.br)  
[comercial@esteestruktura.com.br](mailto:comercial@esteestruktura.com.br)

COM O COMPROMISSO DE RECUPERAR E VALORIZAR O SEU PATRIMÔNIO

PRÓXIMA EDIÇÃO  
**RECUPERAR**

**Os segredos da Corrosão I.**



## Odores químicos bastante comuns e... tóxicos

Quando passamos por indústrias percebemos diversos tipos de odores desagradáveis. O que não sabemos é que, quase todos, tem um grau de periculosidade ou toxidez. Veja abaixo a relação dos bandidos sem fronteiras, já devidamente fixados no U.S. occupational safety and health administration (OSHA).

Substância	Nível máximo permitido pela OSHA (ppm)
Cloro	1 ppm
Benzeno	1 ppm
Piridino	5 ppm
Cresol	5 ppm
Naftaleno	10 ppm
Sulfeto de hidrogênio	20 ppm
Amônia	50 ppm
Tolueno	100 ppm
Xileno	100 ppm
Álcool etílico	1000 ppm

Clarificadores de esgoto industrial é uma fonte de sulfeto de hidrogênio, o qual é liberado das substâncias com enxofre inorgânico.

rância cai para apenas 10 minutos. Com 100 ppm no ar ou mais, há risco de sérios problemas para a saúde e à própria vida.

Embora não esteja incluído no item 112 B do rol dos ga-



Testes cromatográficos laboratoriais ajudam a identificar os componentes metabólicos e os processos que contribuem na formação de odor fétido.

ses poluidores do ar atmosférico, de acordo com o U.S. clean act amendments, o ban-

### Como descontaminar a água freática.

Próxima Edição  
**RECUPERAR**

# CALMA!

## Contaminação ambiental tem jeito.

Se você necessita de solução para a descontaminação do seu terreno, nós a temos. Disponhamos de resinas que neutralizam e/ou encapsulam substâncias químicas radioativas, ácidas ou básicas presentes no solo, assim como equipamentos especiais para injeção. Mostre-nos o seu problema.



Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-4702  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 30



## GLOSSÁRIO

**Pressão hidrostática** - Relaciona-se à pressão de equilíbrio dos fluidos.

**Halogênio** - Denominação dada aos 4 elementos fluor, cloro, bromo e iodo, devido a grande facilidade com que formam compostos salinos ao combinarem-se com elementos eletropositivos. Normalmente existem em estado livre como moléculas diatômicas. Existem detectores específicos para vazamentos destes gases.

**Sulfeto de hidrogênio** - Também conhecido como gás sulfídrico. Em solução, na água, fornece o ácido sulfídrico. Forma-se na putrefação de organismos vivos, conferindo odor fétido. É venenoso, porém muito empregado em laboratórios de química, por ser um reagente de importância fundamental. Gás levemente ácido.

didado aparece imediatamente no item 112 R, destinado a prevenção de descargas acidentais, sendo taxado como "causador de mortes, de sérias lesões ao organismo ou ao meio ambiente". Há inúmeros relatos de casos ou de pessoas que sofreram sérias lesões uma vez submetidas a concentrações mesmo consideradas baixas, assim como pessoas comuns que faleceram quando submetidas a concentrações em torno de 300ppm por volume de ar. É importante relatar que em locais como câmaras ou galerias fechadas, por onde circula esgoto, onde normalmente encontra-se cerca de 2 ppm em média, poder-se á, com a surgência de turbulência, acelerar a produção do H<sub>2</sub>S para o ar ambiente.

## Vai continuar aí parado?



Não perca mais tempo. Corrosão ataca.  
Peça já as  
Apostilas Vol. I e II.

## "Como fazer Proteção Catódica no Concreto Armado".



INSTITUTO DE PATOLOGIAS DA CONSTRUÇÃO  
Tel.: (21) 2491-1724 • Fax: (21) 2493-5553  
**WEBSITE:** <http://www.ipacon.com.br>  
**E-Mail:** [atendimento@ipacon.com.br](mailto:atendimento@ipacon.com.br)  
**Fax consulta nº 31**

**COMPACTA**  
*recuperação estrutural*  
Nosso compromisso é com a qualidade

Maracanã/ RJ Santos Dumont/ RJ Hotel Meridien/ BA

RR COMPACTA Engenharia Restauração Recuperação

Visite nosso site: [www.compactoengenharia.com.br](http://www.compactoengenharia.com.br)

SP(11) 3083 4299 RJ(21) 2275 8449 DF(61) 225 1166

Capa dura para a RECUPERAR  
R\$ **25,00**

**MC** serviços técnicos e engenharia  
Não contrate serviços de recuperação...

...contrate soluções em FIBRA DE CARBONO.

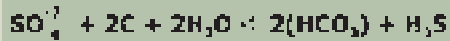
Em sua próxima obra de recuperação e reforço estrutural escolha praticidade, eficiência e rapidez. Consulte-nos, pois temos a maior experiência em serviços de reforço com fibra de carbono.

Ligue hoje mesmo.  
Atendemos em todo o Brasil.  
tel/fax: (11) 3904-0122 / 3904-0493



## A química do H<sub>2</sub>S

O H<sub>2</sub>S é um excelente redutor e não é só produzido por substâncias que reduzem o enxofre orgânico. Uma outra fonte produtora do cheiro de H<sub>2</sub>S é a redução bioquímica de substâncias com enxofre inorgânico. As bactérias redutoras de sulfatos usam o enxofre como uma fonte de oxigênio, em condições anaeróbicas, para metabolizar matéria orgânica na corrente do esgoto.



A redução dos sulfatos, de um modo geral, ocorre dentro da camada do lodo biológico que protege seus redutores do oxigênio, presente na própria corrente do esgoto.

A velocidade com que o gás H<sub>2</sub>S é produzido depende da concentração do sulfato, da matéria orgânica, do nível de oxigênio dissolvido, do pH, da temperatura e, finalmente, da turbulência da água. O gás H<sub>2</sub>S dissolve-se na água  $H_2S \rightleftharpoons HS^- + H^+$ , permitindo que o  $HS^- \rightleftharpoons S^{2-} + H^+$ . O gás H<sub>2</sub>S reage com a maioria dos metais pesados, produzindo sulfetos insolúveis. Sua concentração aumenta com a diminuição do pH. Por exemplo, para um pH 7 o H<sub>2</sub>S representa 50% dos sulfetos dissolvidos presentes no local e para um pH 6, mais de 90% dos sulfetos desenvolvidos já se encontram na forma de H<sub>2</sub>S. Se parte do gás H<sub>2</sub>S escapa de um local para a atmosfera, o sulfeto desenvolvido, remanescente, dividir-se-á em H<sub>2</sub>S e HS<sup>-</sup> na mesma proporção que existia anteriormente, de forma a restabelecer o

equilíbrio. Como apenas o gás H<sub>2</sub>S pode escapar da solução para criar odores, torna-se significativo distinguir os tipos de sulfetos existentes. Desta forma, é importante quantificar os sulfetos totais e os dissolvidos presentes no local, além do nível do PH do esgoto.

### Como neutralizar o cheiro do H<sub>2</sub>S

Existem três formas, bastante eficientes, de neutralizar o odor do H<sub>2</sub>S em meio aquoso. Através da oxidação química, da precipitação e do controle do pH. O primeiro método utiliza agentes oxidantes que reagem com o sulfeto de hidrogênio e têm o inconveniente de reagirem também com a matéria orgânica presente na corrente do esgoto. O principal agente é o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), nossa conhecida água oxigenada, muito barata, mas pouco eficaz para neutralizar odores. A segunda técnica, a da precipitação do pH, usa sais metálicos para reagirem com sulfetos dissolvidos, precipitando sulfetos metálicos, impedindo, com isso, a liberação do H<sub>2</sub>S para a atmosfera. A terceira técnica também tem a ver com o controle do pH e utiliza fortes substâncias alcalinas para aumentar o pH do esgoto, reduzindo, com isso, a proporção do H<sub>2</sub>S dissolvido naquele já citado equilíbrio H<sub>2</sub>S – HS<sup>-</sup>. Existem três outras técnicas mais modernas de tratamento do cheiro do H<sub>2</sub>S. A primeira utiliza “limpadores de enxofre”, a segunda, neutralizadores e a terceira, inibidores.



Fax consulta nº 33



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Meio Ambiente.

www.recuperar.com.br

### REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é Química.
- “Hydrogen sulfide”. Gas Research Institute.

### Você deseja proteção?



## BIOCIDAS

Gatos ainda possuem 7 vidas, mas águas de processamento e produtos industrializados não. Para liquidar algas, fungos e bactérias que afetam seu sistema use biocidas BIOCOM. Melhor qualidade, sem restrições.

**Se você deseja biocidas, conte conosco.**

Tele-atendimento

(0XX21) 2493-6862 • fax (0XX21) 2493-5553

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 34



## NEUTRODOR

O controle total do odor

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

Projetado com o objetivo de desodorizar simultaneamente uma grande quantidade de gases ácidos ou alcalinos, as diversas fórmulas de NEUTRODOR dissolvem e neutralizam gases, através de reações químicas inversas e de absorção. As fórmulas do NEUTRODOR são especialmente adequadas para neutralizar odores de refinarias, estações de tratamento de esgotos e de lixo, indústrias de processamento químico, etc.

Faça um teste rápido em seu laboratório (poucos minutos) e você saberá porque NEUTRODOR é a melhor resposta à presença daquele cheiro que compromete seu negócio.

## NEUTRODOR é um mar de rosas.



Tele-atendimento

(0XX21) 2493-4702 • fax (0XX21) 2493-5553

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 35