



Monitoramento preciso e sem erros, à distância. É a fibra ótica.

Carlos Carvalho Rocha

A fibra ótica, ao contrário dos sistemas de monitoramento tradicionais, garante ausência de problemas e precisão absoluta.

A maioria dos sistemas de monitoramento em barragens baseiam-se em medidas das deformações ou deslocamentos.

Um novo e revolucionário sistema, à base de fibra ótica, já está sendo empregado em barragens, com resultados impressionantes, seja pela resolução de alguns micrômetros, seja pela inigualável estabilidade do sistema. Este tipo de monitoramento já é utilizado, com bastante sucesso, em pontes, túneis e geoestruturas, com resultados diferenciados em relação aos tradicionais, razão do interesse na utilização em barragens. Para tanto, foram criados sensores especiais, adequados para grandes extensões, viabilizando a esperada utilização neste tipo de estrutura.

Monitorando barragens com fibra ótica

Atividade fundamental em toda e qualquer barragem, o monitoramento tem que ser o mais eficiente possível, não só para garantir a segurança dessa enorme estrutura e seu uso, mas também para otimizar a exploração e sua própria manutenção.

Diversos sistemas de monitoramento, considerados clássicos, como os extensômetros de fios, pêndulos, inclinômetros etc, são bastante aplicados em barragens mas com inconvenientes. Exigem manipulação delicada, tem sensibilidade à temperatura, umi-

dade ou campos magnéticos, apresentam dificuldade na instalação e, finalmente, fazem com que cada medida seja uma atividade pessoal e, às vezes, intransferível. Novas tecnologias de medição já existem. Entre elas a da fibra ótica que, simplesmente, ignora todos estes inconvenientes.

Diversas barragens, novas ou antigas, já usam esta tecnologia que se baseia na utilização de sensores de fibra ótica que medem deformações e/ou deslocamentos. Em algumas barragens antigas, por exemplo, os sistemas que formavam a instrumentação já apresentavam problemas. Em outras, havia a necessidade de aumentar a rede de



monitoramento. No primeiro caso, instalaram-se sensores para medir o comportamento estrutural das barragens, até então subestimados, principalmente o deslocamento em relação a suas fundações, como também precisar a redundância da rede de informações existentes. No segundo caso, enquadram-se as barragens recém construídas e as que sofreram ampliações. Neste último caso, muito comum hoje em dia, a utilização da fibra ótica tem uma de suas maiores aplicações já que, literalmente, desconsidera todos aqueles inconvenientes ou limitações que os sistemas clássicos se submetem.

O sistema de medição com fibra ótica

Este sistema é formado por uma unidade de leitura, naturalmente os sensores de fibra ótica, e como não poderia deixar de ter, um software específico. O sistema baseia-se no fenômeno da interferometria de baixa coerência e é representado pela figura acima.

A unidade de leitura é portátil e formada por um emissor de luz, um interferômetro de Michelson de baixa coerência com espelho de varredura móvel, um conjunto ótico e um laptop. O sensor é, geralmente, formado por duas fibras óticas monomo-

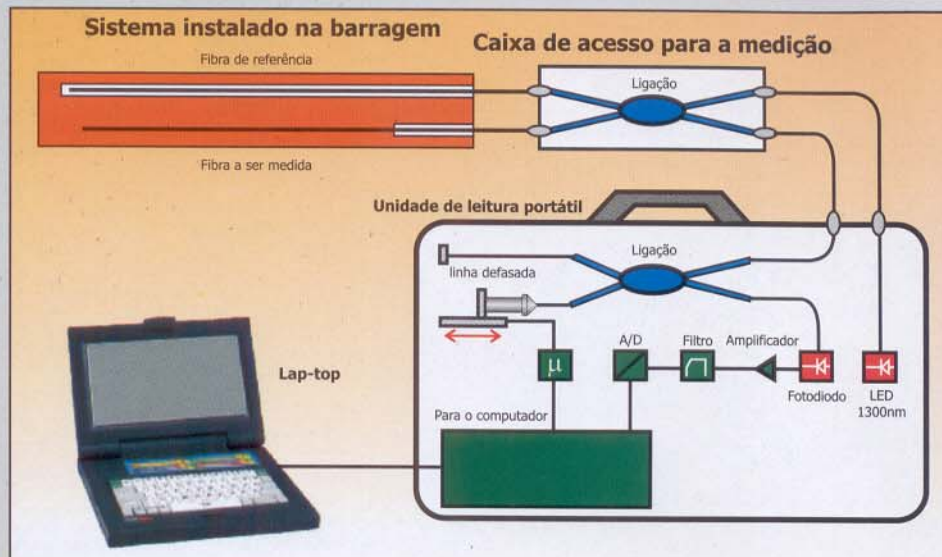


Figura 1 - Representação do sistema de fibra ótica.

do, ou seja, a fibra a ser medida e a de referência. A fibra a ser medida está em contato físico com a estrutura hospedeira, acompanhando sua deformação, enquanto que a fibra de referência, instalada em anexo à primeira fibra, encontra-se totalmente independente em relação ao comportamento da estrutura. Qualquer deformação na mesma implicará numa diferença entre comprimentos das duas fibras. Um diminuto feixe de luz infravermelho enviado através da fibra ótica monomodo em direção ao sensor é dividido pelo acoplamento e introduzido

GLOSSÁRIO

Interferômetro - dispositivo usado para produzir e mostrar interferência entre dois ou mais trens de ondas provenientes de uma mesma área luminosa. Compara também o comprimentos da onda com deslocamentos diferenciados, reflectores etc, através da interferência das franjas.

Franjas - cada uma das linhas escuras produzidas pela interferência de ondas de luz.

Coerência - a propriedade de duas ou mais ondas eletromagnéticas monocromáticas que: a) têm o mesmo comprimento de onda e o mesmo plano de vibração. b) têm diferenças de fase constantes. c) passam num mesmo intervalo de tempo, por uma mesma região do espaço. A superposição de duas ondas coerentes provoca o fenômeno da interferência.

Sistema Vu-Con

O Vu-Con é um medidor de NDT de eco-impacto para medir a espessura (sem necessidade de fazer furos) e a qualidade do concreto. Facilmente determina a existência de deslocamentos, vazios e trincas na peça estrutural, principalmente em peças com acesso apenas por um lado. Resultados em segundos. Seus dados podem ser armazenados e passados para o computador. É o mais moderno equipamento de eco-impacto que existe, superando as determinações da ASTM-1383.



Sistema Vu-Con

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

Fax consulta nº 03

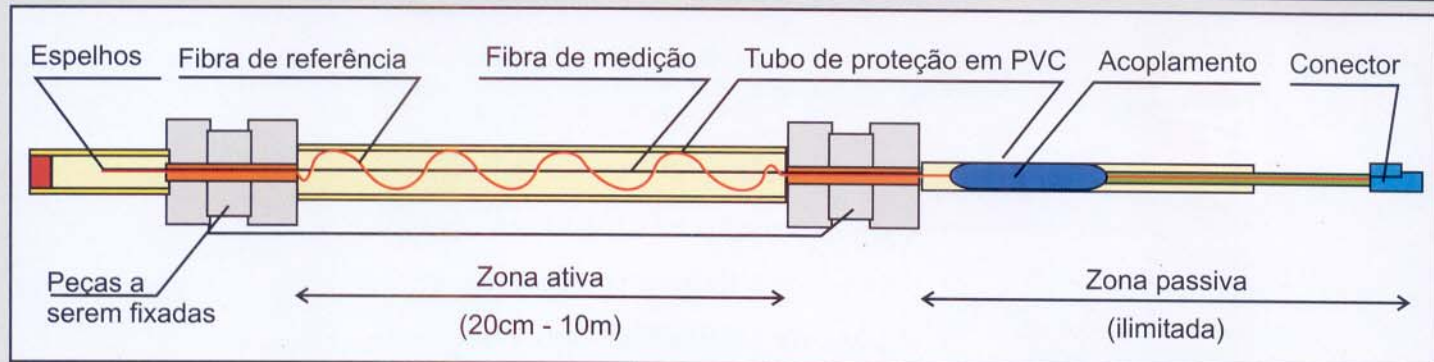


Figura 2 - Esquema de um sensor padrão.

nos dois braços do sensor. Então a luz reflete no espelho químico instalado em ambas as extremidades das fibras e retorna através do acoplamento à unidade de leitura, ou seja, ao interferômetro de Michelson. A luz interceptada no acoplamento contém informações sobre diferenças nos comprimentos das fibra de medição e de referência. A diferença é, finalmente, analisada utilizando-se o espelho móvel, que transmite-a ao computador (laptop). A sucessão de medidas promoverá a evolução do monitoramento, determinando-se qualquer deformação na barragem.

O sensor padrão

O sensor padrão é formado pela zona ativa, utilizada para medir a deformação e a zona passiva, que serve como guia informativo. A zona ativa é limitada por duas peças fixadas à estrutura, além de duas fi-

bras ópticas instaladas dentro do tubo de proteção. As duas peças fixadas têm a função de prender o sensor à estrutura e transmitir as deformações existentes à zona ativa. Deformações na estrutura induzem mudanças na distância entre as peças previamente fixadas, o que é prontamente registrado pela fibra de medição, que é pré-tensionada entre as duas peças acima, de modo a medir encurtamentos e alongamentos. A fibra de referência, naturalmente, é totalmente independente da fibra de medição e da deformação na estrutura. Seu propósito é apenas anular a poderosa influência da temperatura no sensor. Ambas as fibras estendem-se da zona ativa até a passiva. O sensor padrão possui um comprimento de zona ativa que varia de 20cm a 10m.

A zona passiva, que transmite a informação da zona ativa para a unidade de leitura, é formada por uma fibra óptica manomodo e uma conexão. Ambas são protegidas por

um tubo plástico. Esta conexão é instalada na zona passiva do sensor, próximo da peça de fixação, de modo a aumentar a precisão do conjunto, facilitando a manipulação durante a medição. O comprimento da zona passiva é, teoricamente, ilimitado e depende apenas da distância da posição de fixação do sensor e da unidade de leitura. Se esta distância for muito longa, a zona passiva poderá ser prolongada por um simples cabo de fibra óptica. A alta precisão do sensor torna possível medir, por exemplo, as deformações que o concreto sofre a partir do seu lançamento (figura 4), durante os seus dez primeiros dias de vida.

Para o caso de sensores instalados em situações maiores do que 10 metros torna-se necessário separar as fibras, instalando-as em tubos diferentes. Apresentaremos, em seguida, o caso recente de uma barragem na Suíça, a EMOSSON, que teve antigos extensô-

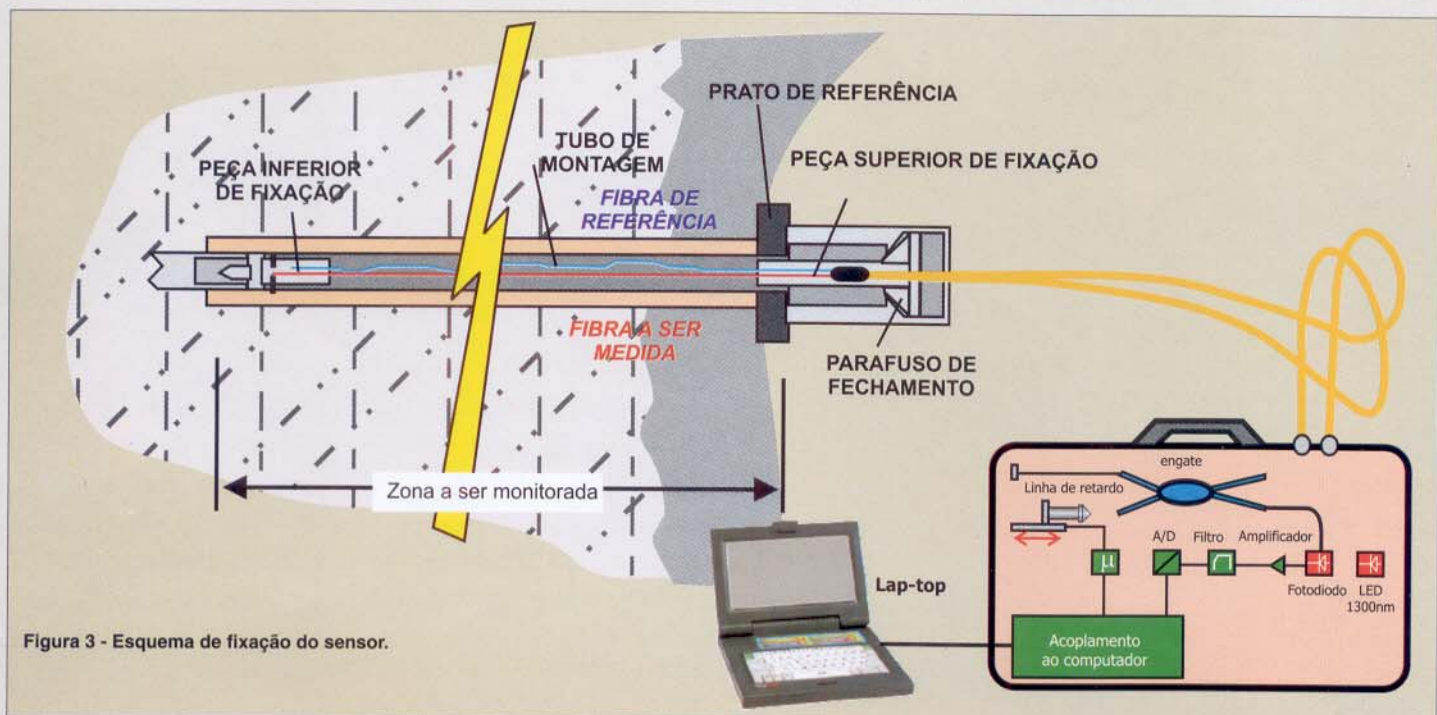


Figura 3 - Esquema de fixação do sensor.

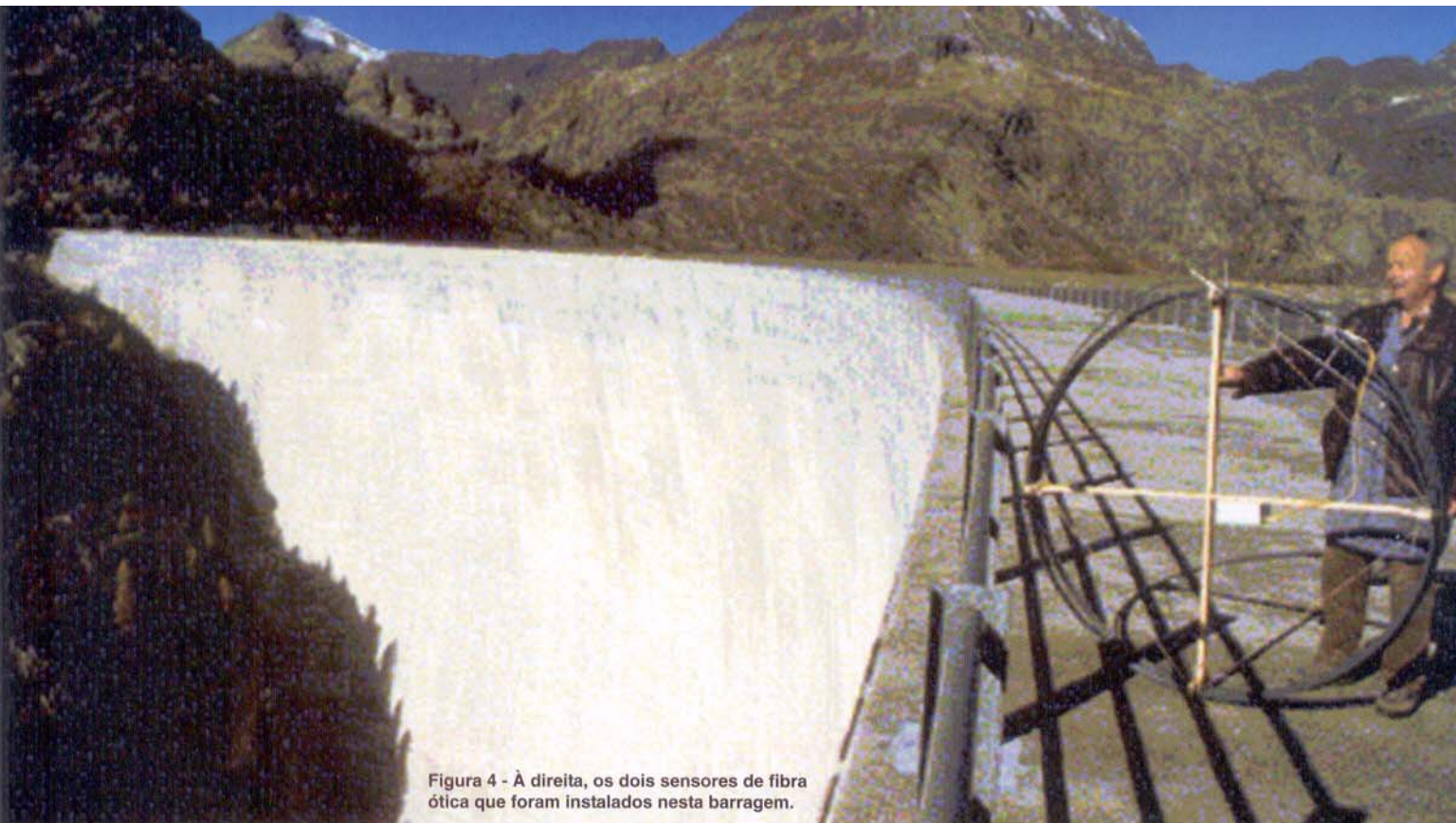


Figura 4 - À direita, os dois sensores de fibra ótica que foram instalados nesta barragem.

Medidas de deformação do concreto para pequenas idades



Figura 5 - Medida típica, feita pelo sensor padrão, de uma peça de concreto recém executada.

metros de fios substituídos por fibra ótica.

A instalação na barragem EMOSSON

Na foto acima, estão dois dos sensores (fornecidos em rolos) utilizados na barragem em questão. Uma vez feito o remanejamento dos antigos extensômetros mecânicos, procedeu-se a rápida instalação dos sensores de fibra ótica, fixando-se, uma extremidade (superior) na barragem e a outra (inferior) na rocha de fundação. Dez hora após já estavam sendo coletadas informações com sensibilidade e precisão incrivelmente superior aos antigos extensômetros.

Para centralizar o monitoramento dos sensores, instalados em ambas as extremidades da barragem foram instalados cartões de prolongamento ótico estabelecendo-se

GLOSSÁRIO

Interferometria - conjunto de métodos de medida de comprimento de onda, de distâncias, de índices de refração, baseados no fenômeno da interferência da luz. Realiza-se mediante a observação duma figura de interferência cujos parâmetros dependem da grandeza a medir.

Interferência - susperposição de dois ou mais trens de ondas de mesma frequência que guardam entre si relações de fase constantes no tempo, o que provoca a distribuição estacionária da energia das ondas ao longo de direções ou de superfícies que se mantém fixas no tempo.

apenas um local de medida, sem ter que deslocar a unidade de medição.

Os dados coletados são, simultaneamente, enviados para a unidade central receptora, fazendo com que diversos técnicos possam avaliar, on line, a importância das deformações/deslocamentos existentes.

Fax consulta nº 05



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Instrumentação e Monitoramento.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- "Rapport annuel de gestion 1997/1998", *Annual Report of Management, Electricité d'Emosson SA, Martigny 1998, Switzerland*
- Inaudi D., "Fiber Optic Sensor Network for the Monitoring of Civil Engineering Structure", *Thesis N°1612, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne 1997, Switzerland*
- Inaudi D., Vurpillot S., Casanova N., Osa-Wyser A., "Development and Field Test of Deformation Sensors for Concrete Embedding", *Smart Structures and Materials, SPIE Vol.2721, pages 138-148, San Diego 1996, USA*
- Kronenberg P., Casanova N., Inaudi D., Vurpillot S., "Dam Monitoring with Fiber Optics Deformation Sensors", *Smart Structures and Materials, SPIE Vol.3043, pages 2-11, San Diego 1997, USA*
- "Suggested Methods for Monitoring Rock Movements Using Borehole Exstensometers", *Int. Society for Rock Mechanics; Oxford a.o., 1978, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, vol.15, no.6, pp. 305-368*



Busca-furos garante a "tolerância zero" na execução da impermeabilização química

Carlos Alberto Monge

Não há como ser tolerante em trabalhos de impermeabilização química de estruturas metálicas ou de concreto armado-protendido.

Uma tinta de proteção ou de impermeabilização deverá ser aplicada como um filme contínuo, sem qualquer possibilidade de fissuras ou furos, sejam pequenos ou grandes, formando uma perfeita barreira. Não só furos ou fissuras, mas também, o que é comuníssimo, aquelas manchas arredondadas, bem delgadas, que se notam na película, evidenciando perda de solvente, devido a sua evaporação. Estes nódulos são verdadeiras lesões circunscritas que, por terem só alguns milímetros de espessura, rompem facilmente ao serem pouquíssimo tensionadas. Tintas de má qualidade, quando secam, formam películas ou barreiras que poderíamos chamar de "doentes", de tantos defeitos oriundos da má ou insuficiente formulação ou do emprego de matéria prima de baixa qualidade. Estes problemas não são vistos a olho nu, mas o busca-furos (BF) detecta. Assim,

particularmente em serviços críticos como os de proteção de superfícies tanto de concreto quanto metálicas, que estarão imersas ou em contato com substâncias químicas, particularmente as gasosas, ou mesmo em contato com o solo, torna-se obrigatório o uso do BF.

O que é um BF?

BF são instrumentos que usam a eletricidade para localizar discontinuidades em películas de proteção. A maioria, senão todas as películas poliméricas protetoras não conduzem corrente elétrica, atuando, por-



Figura 1 - Busca-furos de baixa voltagem.

tanto, como isolantes. A superfície metálica a ser protegida, por outro lado, conduz eletricidade.

Um BF é formado por uma fonte, um fio terra, um eletrodo e um indicador. Fica fácil de entender que, se ligarmos o fio terra e o eletrodo na fonte e juntarmos suas pontas irá circular uma corrente. Na prática, ao ligarmos o fio terra à chapa metálica protegida por uma pintura protetora e fizermos o eletrodo deslizar sobre esta superfície que atua como barreira, não haverá qualquer sinal de corrente circulando, porque a película será um isolante elétrico. Agora, se a superfície foi protegida por uma tinta de baixa qualidade e/ou mal aplicada, sem dúvida irão existir furos ou discontinuidades na película que o BF irá detectar, à medida que por ali circular corrente elétrica. O BF dispõe de sinais sonoros e luminosos que informam quando há circulação de corrente através da película, indicando falhas na película.

Algumas películas de proteção como o ZLP (zinco líquido), que funcionam não como barreira e sim como anodo de sacrifício, ao serem testadas com o BF indicarão o óbvio: total condutividade elétrica, provocada pelas partículas de zinco, o que falseia o teste. Agora, se aplicarmos uma película ou barreira epóxica sobre o ZLP, voltaremos à condição inicial isolante e aí o BF mostrará trabalho.



Figura 2 - O busca-furos de alta voltagem.

O BF de baixa voltagem

Este tipo de BF é próprio para ser usado em películas de tinta com espessura menor do que 500 micrometros. Os modelos existentes no mercado são acionados por baterias que variam de 9 a 90 volts, possuindo, invariavelmente, dispositivos de indicação sonora e luminosa para informação da passagem da corrente.

O eletrodo nada mais é do que uma esponja de células abertas, similar a que se usa na cozinha de nossas casas. Esta esponja deverá estar sempre saturada d'água da torneira.

Não há necessidade de adicionarmos sal à água para melhorar a condutividade, o que é, inclusive, proibido, já que irá contaminar a película. Por outro lado exige-se que a água flua pelos menores dos furos. Alguns técni-

15 anos Proteção Total Contra a Corrosão

Epóxi rico em zinco não protege sua armadura contra a corrosão porque o epóxi é um isolante elétrico e não deixa a carga das partículas de zinco fazer a troca galvânica com a armadura. Proteção líquida contra a corrosão só com ZLP. Você aplica e a troca galvânica é instantânea, sem isolantes e sem enganação. ZLP pode ser aplicado também sobre a superfície do concreto, interligando-se a película de ZLP com a armadura, ou diretamente, em estruturas metálicas. ZLP é proteção catódica líquida, aplicada com spray, pincel ou rolo, com garantia superior a 15 anos. Saiba mais sobre a tecnologia do ZLP, sua real proteção contra a corrosão no concreto armado ou protendido.

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



Fax consulta nº 13



cos adicionam uma ou duas gotinhas de sabão líquido na água que irá molhar a esponja, de modo a melhorar a penetração.

A película da tinta de proteção deverá estar superficialmente seca e curada antes da execução do teste, já que o solvente retido no filme (caso tenha) poderá falsear o resultado. Assim sendo, é preciso saber, com o fabricante da tinta, o tempo de secagem total da película e, também, medir sua espessura com um medidor de película seca para saber se tem menos que 500 micrômetros.

Trabalhando com o BF de baixa voltagem

Ligue os dois terminais, ou seja o eletrodo e o fio terra, na fonte do aparelho. A seguir, ligue o aparelho e faça uma rápida checagem do equipamento encostando a esponja

no fio terra para verificar se o dispositivo sonoro/luminoso irá disparar. Para o caso de estruturas metálicas, como por exemplo, tanques de líquidos, deverá-se arranjar pontos para fazer a ligação do

fio terra. Estes pontos poderão ser porcas ou parte de parafusos que sobressaiam na estrutura. Em ambos os casos deverá-se "machucar" a pintura de modo a expor a superfície metálica. Caso inexistam, procure uma extremidade qualquer, inclusive regiões fora do tanque, para fazer o aterramento. Claro que, preferencialmente, evitar-se-á "machucar" a pintura abaixo da linha do líquido a ser estocado. Caso seja impossível, tenha o cui-



dados de repará-la após o teste. Uma vez feito o aterramento, cheque o equipamento (o que

deverá ser feito periodicamente) encostando o eletrodo em regiões não protegidas. A esponja deverá ser saturada com água e depois ser levemente espremida, de modo a ter um leve gotejamento durante o teste. Encoste a esponja firmemente na superfície para ter certeza de que ela está sendo molhada e aplique um movimento de varredura ao teste com uma velocidade algo em torno de 30 centímetros por segundo, de preferência seguindo um padrão de varredura horizontal semelhante aos trabalhos de pintura com pistola spray.

Caso perceba que a esponja não está mais "fechando contato" com a superfície (mo-



Figura 3 - O interior de um grande tanque metálico para líquidos, testado com busca-furos.

strip seal Injetar sem vazar

Strip Seal é a vedação ideal para qualquer tipo de injeção, particularmente as de epóxi. Não perca mais tempo para poder injetar. Esta borracha cura em 1 hora e veda a trinca contra a perda de material. Agüenta pressões superiores a 20kg/cm². Após a injeção é perfeitamente removível, não afetando a superfície. É ideal para o tratamento de juntas com injeção de poliuretano expansivo hidroativado.

Fax consulta nº 14

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br

Parece difícil de recuperar...



...a ARCANO recupera.

A ARGANO Eng^a é especializada na arte de recuperar concreto armado. Nossa especialidade é o reforço estrutural com fibra de carbono e a utilização de resinas de baixa viscosidade no tratamento de trincas e fissuras. Utilizamos epóxios flexíveis para impermeabilizar qualquer tipo de estruturas. Consulte-nos hoje mesmo.

Arcano
Engenharia

Tel/Fax: (21) 2252-1154
Celular: (21) 9913-2679

lhado-a), sature-a novamente conforme foi explicado anteriormente. Os locais com furos ou descontinuidades identificados no teste deverão ser marcados com giz. É muito comum, em estruturas metálicas, haver porcas, arruelas, rebites e pontas de parafusos rosqueados para serem testados quanto a estanqueidade da película. Já perceberam que nestes locais dever-se-á ter paciência e "percorrer" a esponja com bastante cuidado, envolvendo-os, podendo utilizar uma das pontas da esponja, preferencialmente. Uma vez mais lembramos para não esquecer de identificar as áreas de aterramento a serem posteriormente reparadas com a mesma pintura.

Algumas especificações exigem, para o caso de espessuras de proteção maiores que 500 micrômetros, a execução do teste logo na primeira camada, utilizando-se o BF de baixa voltagem. Para este caso não se admite usar sabão líquido na água para não contaminar a camada subsequente, comprometendo a adesão. Os motivos são até muito lógicos. Ao ser aplicada a segunda camada, os furos porventura existentes na primeira serão, invariavelmente, cobertos com uma fina película. Por outro lado, após a aplicação da segunda camada e a execução do teste com BF, agora de alta voltagem, os furos encontrados geralmente são recuperados com espessuras de filme inferior às duas camadas aplicadas.

O BF de alta voltagem

Este equipamento é utilizado quando a espessura da pintura de proteção é superior a



Figura 3 - Teste com o busca-furos de alta voltagem em uma tubulação de 500mm de diâmetro. Repare a ligação na mola espiralada que envolve a tubulação

500 micrômetros. É necessário cuidado, embora este BF gere pequeno fluxo de corrente, porque o operador pode ficar carregado, devido ao desenvolvimento de eletricidade estática e ocorrer um pequeno choque. A operação deste BF é semelhante a de baixa voltagem. É fornecido com eletrodo de mola espiralada (fig. 3) para teste em tubos e tubulações. Em ambientes confinados, recém pintados com tinta à base de solventes, há perigo ao trabalhar com o BF de alta voltagem porque o ambiente está submetido à evaporação do solvente e, portanto, há perigo de explosão. É importante notar que ao usar um BF de alta voltagem sobre uma película com espessura menor que 500 micrômetros, poder-se-á produzir furos no filme. Logo, é necessário verificar a espessura e as condições isolantes do revestimento protetor para dimensionar a voltagem do BF.

O BF e o concreto armado

Poder-se-á, também, utilizar BF, de alta e baixa voltagem, para verificar a presença de furos e descontinuidades na película de proteção sobre o concreto armado. O critério é o mesmo, já que o concreto torna-se condutivo quando absorve umidade. Detalhes como densidade, tipo e posição de suas armaduras contribuem favoravelmente à execução de teste. Dever-se-á, inicialmente, testar o concreto com relação à sua condutividade, fixando-se o fio terra em qualquer ponto da armadura. Caso não haja disponibilidade de fixação na armadura, poder-se-á acessá-la de outro modo. Em qualquer região da estrutura, que não tenha sido revestida, comprimir-se-á uma esponja molhada contra a superfície do concreto, fixando-se o fio terra na esponja. Encosta-se o eletrodo do BF numa outra região do concreto não protegido e se verifica se o instrumento responde. Caso o BF não responda ao teste anterior, uma boa alternativa é utilizar-se uma pintura condutora, à base de grafite ou carbono, que seja compatível com a pintura de proteção, pois deverá ser aplicada como primer. Uma alternativa bastante interessante é a aplicação de uma película de zinco líquido (ZLP), compondo não uma barreira como na situação anterior, mas uma proteção catódica, seguida da película de proteção.

Caso se constate que o concreto não é con-



Figura 4 - O uso de BF é fundamental a todo e qualquer trabalho de impermeabilização química.

duto e se não for usada uma base condutiva, não se poderá usar o BF de alta voltagem. Dever-se-á atentar para a existência de juntas de dilatação na estrutura, pois a condutividade é interceptada nesta região.

Recuperando os locais problemáticos

Pontos e descontinuidades detectados com o BF deverão ser tratados com lixamento seguido de lavagem. De qualquer maneira, dever-se-á consultar o fornecedor da tinta de proteção.

Fax consulta nº 15



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Impermeabilização

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

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

Instituto de Patologias da Construção
www.ipacon.com.br



sulfeto de hidrogênio H_2S

profissão:

O mais novo inimigo do concreto armado-protendido.

Michelle Batista

Estruturas e mais estruturas estão sendo desativadas por conta deste gás mal cheiroso e altamente tóxico.

Sulfeto de hidrogênio ou ácido sulfídrico (H_2S) é um gás já incolor, muito tóxico e facilmente reconhecido por seu mau cheiro. Infelizmente, com frequência, nos deparamos com este cheiro em nossas ruas, rios, canais ou lagoas, devido a ausência ou precariedade na rede de coleta de esgotos. Na edição nº45 foram apresentados monitores portáteis que detectam e quantificam este gás, alertando-nos quanto a sua periculosidade. E as estruturas de concreto armado/protendido? Tubulações que conduzem esgotos e as próprias estações de tratamentos de esgotos são quem realmente seguram toda essa rebordosa dos efeitos deste gás.

O sulfeto de hidrogênio é um produto metabólico de algumas bactérias anaeróbicas (sensíveis ao oxigênio) que vivem em locais onde inexistente oxigênio livre. Historicamente, estão entre os primeiros organismos presentes na terra. Ironicamente, estes

fósseis vivos encontraram um perfeito ambiente nas tubulações que conduzem esgotos, nas fossas e nas ETEs. Mas, será mesmo que o H_2S afeta o concreto? O gás H_2S por si só é um ácido muito fraco. No entanto, em altas concentrações provocará grandes estragos no concreto armado/protendido, particularmente com referência à formação de sulfeto de ferro sobre a superfície das armaduras e cabos de protensão. Este último, mais sensível à corrosão que o primeiro. Efetivamente, os maiores estragos situam-se acima da linha do esgoto lí-

continua na pág. 24

GLOSSÁRIO

Sulfeto – substância química do enxofre em associação com outros elementos ou radicais.

Sulfeto de hidrogênio – também conhecido como gás sulfídrico. Em solução na água, promove o ácido sulfídrico. Forma-se com a putrefação de organismos vivos, conferindo odor fétido e altamente tóxico. Sua fórmula é o H_2S .



Figura 2 - Onde há a ação do H_2S torna-se necessária a aplicação de um revestimento epóxico próprio para resistir à ação do esgoto e do próprio gás.



Figura 3 - Após o tratamento das armaduras com proteção catódica, foi feito o restabelecimento da seção de concreto com concreto projetado via úmida.

O que fazer?

Uma das primeiras medidas de proteção sugeridas implica em oxigenar ou aumentar o nível de oxigênio no líquido do eflu-

ente de modo a manter condições aeróbicas (acima de zero), inibindo o crescimento de bactérias anaeróbicas. A introdução de ar fresco associado à aplicação de um revestimento específico protetor, como um epóxi novolac, é o melhor a ser exigido. Ocorre que não é fácil aplicar pinturas protetoras em tubulações ou estruturas enterradas ou não, com pressão d'água atuando

quido, ou seja, nas paredes da tubulação sem contato com o efluente. Aí o gás H_2S reage com a umidade presente nas paredes da tubulação, formando sulfetos. Neste belo ambiente, rapidamente formam-se famílias exclusivas de bactérias (*Tiobacillus*) que usam este enxofre para produzir o ácido sulfúrico. É aí que mora o perigo, pois este ácido é muito eficiente em promover grandes estragos nas estruturas e, com rapidez, reage com o concreto alcalino, dando vez à formação dos minerais etringita e taumasita, altamente expansivos. Pronto, está em marcha a desintegração do concreto, ao mesmo tempo em que suas armaduras estarão contraindo um processo irreversível e rápido de corrosão. E pensar que no Brasil inteiro estão sendo entregues galerias,

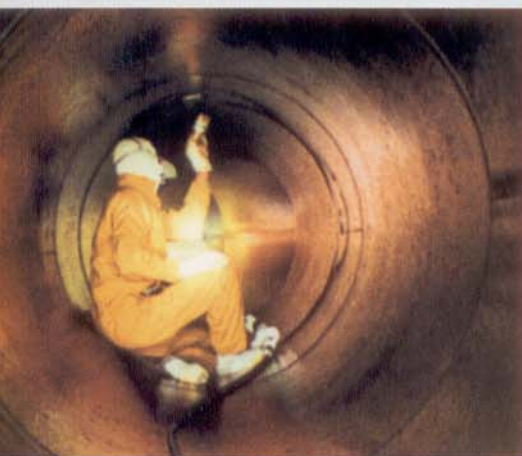


Figura 4 - Todo cuidado é pouco durante a formação da película de proteção.

tubulações subterrâneas e estruturas novas de ETEs sem qualquer proteção na superfície do concreto.

GLOSSÁRIO

Etringita – trata-se de um mineral, exatamente o sulfoaluminato de cálcio, que tanto aflora na natureza como também no concreto ou argamassas de cimento portland, quando há ataque por sulfatos. É o produto da principal reação de expansão em cimentos expansivos. Livros muito antigos tratam-na como a "bactéria do cimento".

Taumasita – possui estrutura e comportamento similar a etringita. Há inúmeros trabalhos sobre a formação da taumasita assim como da etringita.

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 ³
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
Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.	

Este é o GEL XPTO

Procedência	Alemanha
Base	Poliuretano
Coloração	Marrom Claro
Densidade	0,98g/cm ³
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
Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.	

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 21

Figura 5 - A formulação mais adequada para a tinta protetora da superfície metálica/concreto é o epóxi novolac, com 100% de sólidos.



pelo lado negativo (externo) e que estará em contato direto com outro líquido.

De um modo geral, é comum ocorrerem ou praticarem os seguintes erros neste tipo de estruturas:

- Ausência de preparação da superfície antes da pintura, ou seja, dever-se-á remover aquela película que forma a nata superficial, o que dá aproximadamente um



ou dois milímetros de espessura. O ideal é obter-se uma textura semelhante a uma lixa 24.

- Aplicação de revestimentos epóxicos, ou outros, que não tenham 100% de sólidos. Não obedecer a este critério implica em ter uma película protetora recheada de solventes que, obrigatoriamente, irá volatilizar. O resultado é uma película extremamente porosa e permeável.

- Torna-se necessário neutralizar a presença de sais na superfície do concreto, após a remoção da nata. Estes sais em contato com a água se modificam tornando-se cristais que geram pressões originadas pela cristalização. Mesmo as tintas com 100% de sólidos deixam passar um mínimo de vapor d'água.
- Galerias ou tubulações enterradas, que estarão em contato com o lençol freáti-



CLORETOS?

Para remover eficientemente cloretos de superfícies metálicas só existe uma solução

REMO-CLOR

REMO-CLOR

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 22



A galeria após a recuperação das superfícies e antes da pintura de proteção.

co, deverão ser tratadas, previamente, com impermeabilizantes de cristalização, de modo a fechar completamente os vazios e capilares da superfície interna ou externa (se possível) da parede da tubulação.

Para as superfícies em petição de miséria que estejam com presença de ácido sulfúrico em torno de 5%, sugere-se a seguinte especificação:

- Hidrojateamento, de modo a remover o grosso da sujeira.
- Hidrojateamento de areia para a remoção do concreto afetado pelo ataque ácido, provocado pelo ácido sulfúrico, além de remover deslocamentos eminentes.
- Corte do concreto afetado pela corrosão

das armaduras e pelo ataque das bactérias.

- Avaliação do estado das demais superfícies em relação à corrosão das armaduras, utilizando-se uma semi-pilha. Explica-se. Superfícies aparentemente boas poderão estar escondendo pilhas de corrosão que em poucos meses poderão provocar novos deslocamentos. Detectando-se potenciais (voltagem) de corrosão, dever-se-á promover uma proteção catódica, com pastilhas ou tela galvânica, para interromper o processo de corrosão.

- Aplicação de argamassa ou concreto estrutural, sem polímeros, cobrindo e corrigindo a superfície.
- Aplicação de um primer adequado ao revestimento epóxico, após a cura da argamassa ou concreto.

- Uma vez toda a estrutura checada contra a corrosão, presente e futura, dever-se-á testar a superfície para ver se terá força suficiente para segurar um epóxi. Para tanto, no teste de arrancamento dever-se-á obter valores acima de 1,5Mpa. Há algumas especificações que toleram 1Mpa como o menor valor aceitável.
- Caso não se consiga esta resistência à tração no teste de arrancamento, dever-se-á, adicionalmente, promover um outro hidrojateamento com areia, de modo a melhorar o perfil da superfície.
- Proteção da superfície com um epóxi específico contra o ataque químico provocado pelo esgoto. Sugerimos epóxi novolac.

Fax consulta nº 23



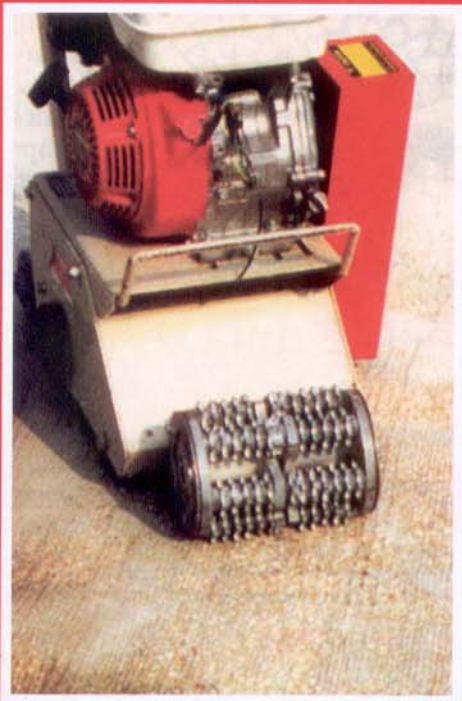
RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Sulfeto de Hidrogênio.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Michelle Batista & química



Fresagem do concreto? Remoção de tintas? Escarificação de pisos?

Utilize nossas fresas, com motor elétrico ou à gasolina, para preparar pisos, seja para aplicação de overlays, epóxi ou impermeabilização. A fresagem garante a adesão.

FRESAS

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 24



A hora e a vez do solo

Oscar Boaventura Filho

Estacas de concreto armado/protendido, além de tirantes aparecem como vítimas da reação do solo, submetido à ação suja e predatória do homem.

Todas as estruturas de concreto armado/protendido, além de estruturas atirantadas no terreno são susceptíveis à corrosão pelo solo. A intensidade da corrosão a que se submetem dependerá de alguns fatores importantes que o solo poderá ter, como:

- Características de retenção d'água (permeabilidade) e aeração.
- Quantidade de sais dissolvidos e sua resistividade.
- Acidez do solo.
- Presença de espécies iônicas no solo, como por exemplo cloretos e espécies microbiológicas ativas (bactérias).

Para que se possa avaliar se um solo será um veneno para uma estrutura a ser enterrada, será necessário conhecer as combinações que levarão à sua corrosividade e o conseqüente comportamento do aço, protegido pelo concreto ou pela calda de ci-

Ensaio feito pela Universidade de Munich para verificação e análise do material de ancoragem. Inúmeros casos de tirantes rompidos por corrosão estão preocupando técnicos e projetistas.



Exatamente pelo frequente processo de corrosão que ocorre, tanto na barra de aço quanto no sistema de ancoragem é que, em muitos países, já se usam barras e sistemas de ancoragem em fibra de carbono, totalmente imunes à corrosão.



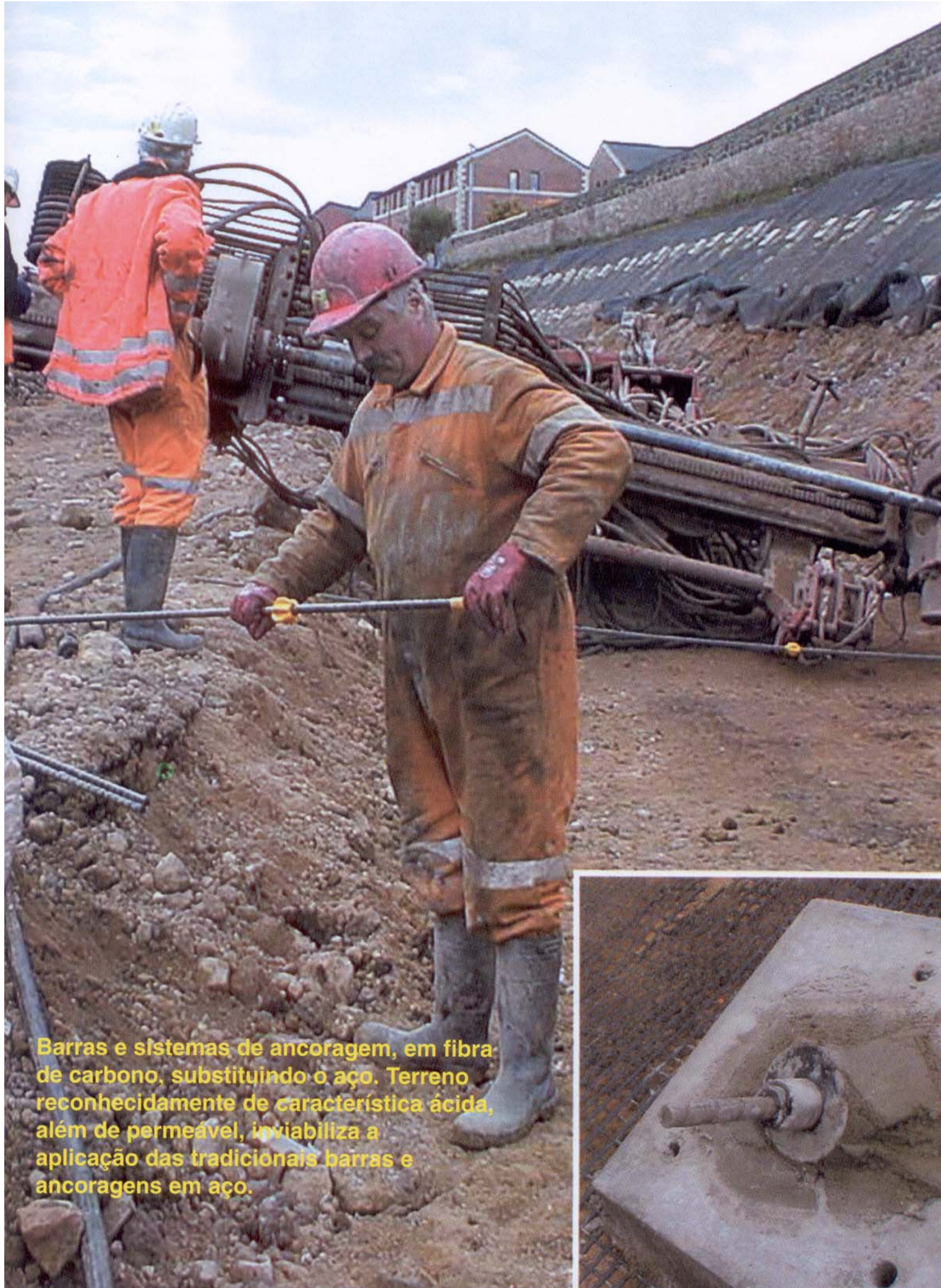
mento, submetido a estas condições. Mas que solo é esse?

Acidez e alcalinidade. A reação do solo.

Engenheiros e técnicos civis hoje, mais do que nunca, precisam compreender a acidez

e a alcalinidade do solo para poderem identificar futuros problemas em estruturas que estão ou serão enterradas.

Acidez e alcalinidade de um solo nada mais é do que a reação a que ele se submete, mediante processos físicos e químicos, cada vez mais agravada pela própria mão do homem.



Barras e sistemas de ancoragem, em fibra de carbono, substituindo o aço. Terreno reconhecidamente de característica ácida, além de permeável, inviabiliza a aplicação das tradicionais barras e ancoragens em aço.

O fio da meada

Ácidos são substâncias que, em solução aquosa, se ionizam produzindo íons positivos H^+ . Esta solução apresenta sabor azedo. Descorrem uma solução de fenolftaleína, previamente avermelhada por uma base. Os ácidos, portanto, contêm hidrogênio como radical positivo H^+ , combinado a um radical ácido. Por exemplo, o ácido clorídrico HCl é uma solução de gás clorídrico em água, apresentando radical positivo H^+ e o radical ácido negativo Cl^- .

As bases ou hidroxilas têm sabor cáustico* (que queima), provocando a constrição do tecido orgânico. Tornam vermelha a solução de fenolftaleína. São substâncias que, por dissociação iônica, liberam como íon negativo apenas o íon negativo hidroxila OH^- .

Estabilização de taludes onde o solo apresenta características prejudiciais ao aço. Solução com barras de fibra de carbono.



Para compreender a natureza química da acidez e da alcalinidade de um solo torna-se necessário entender um pouco de ionização de moléculas de um material. A menor quantidade a que um material pode chegar, mantendo todas as suas propriedades, é a molécula. Só para se ter uma idéia, uma fileira de 80 milhões de moléculas d'água tem apenas 25mm de comprimento.

As moléculas que compõem qualquer substância têm o mesmo número de íons carregados com cargas positivas e negativas, os quais estão em equilíbrio ou eletricamente bem divididos. Moléculas de muitos materiais, quando dissolvidos em água, se dissociam em íons carregados ele-

tricamente. Cargas estas associadas a um excesso ou carência de elétrons. Só para lembrar, um elétron é uma unidade de electricidade negativa. Um excesso de elétrons fornece a um íon um crachá de carga negativa, enquanto que a perda de um ou mais elétrons deixa o íon com um crachá de carga positiva.

A acidez ou alcalinidade de uma solução presente em um solo é determinada pelo número de íons hidrogênio H^+ e do número de íons hidroxilas OH^- . A solução existente nos interstícios do solo é muito diluída e costuma ter a água como principal componente. Frequentemente encontra-se dissolvidos nutrientes de plantas na forma de íons. Por exemplo, o cloreto de po-

tássio existente em muitos solos apresenta-se na forma de íons potássio e íons cloretos.

Entendendo a acidez e a alcalinidade

Numa solução existente o equilíbrio entre o número de íons hidrogênio H^+ e o de hidroxilas OH^- , é impossível diminuir o número de um destes íons sem aumentar o outro, ou seja, é como uma gangorra: se um lado sobe, o outro desce. Quando uma solução contém mais íons H^+ do que OH^- é taxada de ácido. Quando o número de íons OH^- é mais abundante, a solução é alcalina. Uma solução intersticial neutra tem igual número de íons H^+ e o OH^- .

Este lápis mede facilmente o pH de qualquer superfície. Basta riscá-la e pronto. Em poucos instantes o risco na superfície mudará de cor. Comparando esta cor com a tabela fornecida, obter-se-á o pH da superfície.

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6862
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 26

Lápis Medidor de pH



Quando uma molécula d'água ioniza-se, forma um íon H^+ e um íon OH^- , como mostra a fórmula $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$. De acordo com esta reação, poder-se-á esperar uma solução neutra com um mesmo número de íons H^+ e OH^- . Contudo, tanto as partículas do solo quanto os sais dissolvidos na água que compõem a solução intersticial promovem a festa, trazendo um número adicional de íons H^+ e OH^- , de modo que, raramente, teremos quantidades iguais.

Como expressar a acidez ou alcalinidade?

Acidez e alcalinidade de um solo tem a ver com a reação do solo ao ambiente que o cerca. A reação do solo é expressa em valores de pH, que significa concentração dos íons hidrogênio.

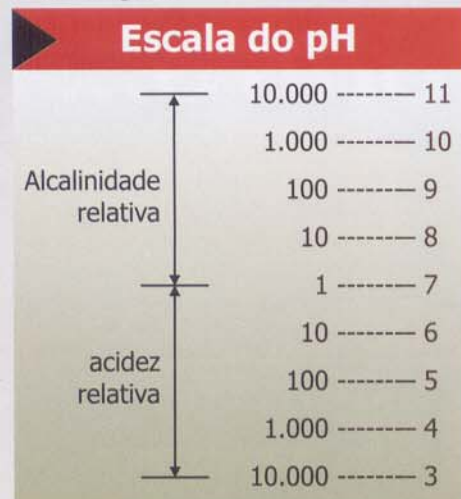
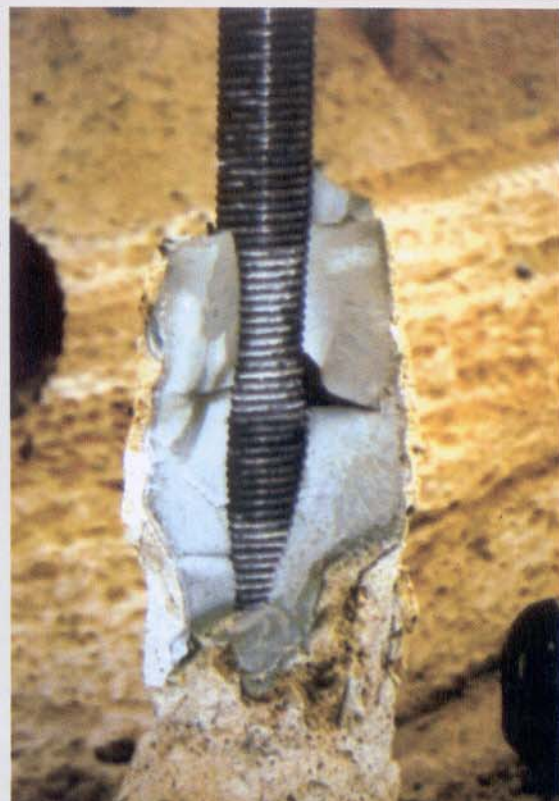


Figura — Acidez e alcalinidade relativa. Podemos usar esta escala para determinar o grau de acidez e alcalinidade. Por exemplo, pH = 6 significa dizer que é 10 vezes mais ácido que o pH = 7 (neutro).

A escala do pH representa o grau de acidez e alcalinidade da solução existente no solo. A água destilada, por exemplo, é neutra e tipifica o equilíbrio dos íons hidrogênio (H^+) com os íons hidroxilas (OH^-). Um solo alcalino é aquele que contém um excesso de íons OH^- , em relação aos íons H^+ , na solução intersticial presente no solo.

As propriedades químicas pertinentes à acidez e à alcalinidade ou a reação do solo estão concentradas nas partículas de argila chamadas de colóides. Colóides são materiais tão finos que podem permanecer em suspensão em soluções aquosas sem nunca sedimentar. As partículas de argila são compostas de minerais de argila, de partículas muito finas de matéria orgânica, além de óxidos de ferro, alumínio, silício, magné-

sio e potássio. Estas partículas se assemelham às lâminas da mica, iguais a uma massa folhada típica de um salgado onde, entre lâminas, se situam os íons hidrogênio H^+ e OH^- e, em menor quantidade, os truculentos íons positivos cálcio (Ca^+), potássio (K^+) e fósforo (P^+). Estas partículas, embora muito maiores que íons, usualmente estão carregadas negativamente e comportam-se como tal. Assim, quando houver abundância de íons hidrogênio (H^+) em torno destas partículas, naturalmente, ionizarão a solução intersticial do solo, que está de passagem, tornando-a ácida. Esta dinâmica da solução intersticial, no entanto, devido ao seu contínuo movimento, promove repetidamente a ionização com outros íons e, desta forma, a superfície da lâmina da argila, carregada negativamente, tenderá a atrair mais íons positivos, como o do próprio hidrogênio, mais comuns do que carros populares, neutralizando assim sua carga negativa. Esta atração fatal agora reduz a quantidade dos íons hidrogênio na solução, predominantemente ácida, tornando-a com baixo estoque destes íons, que passa a ficar alcalina, pois está com excesso de íons OH^- . Portanto, quando a



Micro-estaca escavada composta de barra rosqueada. O aspecto mecânico é perfeito. No entanto, o eletroquímico não é levado em conta; pilha de corrosão.

GLOSSÁRIO

Ionização – fenômeno que conduz a formação de íons.

Colóides – partículas sólidas finamente divididas, as quais não sedimentam em solução.

Ácido – substâncias que liberam íons hidrogênio quando dissolvidas em água. Dissolvem a maioria dos metais e também reagem com bases para formar sais neutros mais água.

Mica – grupo de minerais derivados de rochas metamórficas com eminente segmentação basal. Essencialmente hidrosilicatos de alumínio com potássio, magnésio e ferro.

Íon – ácidos, bases e sais (eletrólitos) quando dissolvidos em certos solventes ficam mais ou menos dissociados em unidades eletricamente carregadas, ou partes de moléculas chamadas "íons", que carregam cargas de eletricidade e, conseqüentemente, têm propriedades diferentes em relação aos radicais não carregados. Átomo que perdeu ou ganhou um ou mais elétrons em relação ao que possuía. Isso em relação ao seu estado normal, eletricamente neutro.

Argila – agregado de partículas minerais com diâmetro menor que 0,002mm. Composto essencialmente de hidrosilicatos de alumínio. Apresenta grau de coesão entre as suas partículas variável – plástico quando adequadamente úmido e rígido quando seco.



Micro-estacas de aço posteriormente escavadas para análise.

Elementos, substâncias, íons...

Há cerca de 90 elementos químicos diferentes (cada um deles representa um tipo de átomo) na natureza, como hidrogênio, carbono, cálcio etc. Há também uma infinidade de materiais diferentes formados por esses diferentes tipos de átomos, já que podem se juntar das mais variadas maneiras possíveis, formando uma infinidade de agrupamentos diferentes chamados de moléculas ou aglomerados iônicos. Nas moléculas encontramos um certo número de átomos ligados entre si. Nos aglomerados iônicos existem os chamados íons, que são átomos ou grupo de átomos carregados eletricamente. Por exemplo, no sal de cozinha existem íons positivos de sódio (Na^+) e íons negativos de cloro (Cl^-). Nas substâncias iônicas não existem moléculas e sim

aglomerações de um grande número de íons positivos e negativos que se mantêm reunidos, em virtude da atração elétrica. Para saber se uma substância é iônica ou não basta lembrar que soluções conduzem ou não eletricidade. A água que bebemos conduz eletricidade porque está carregada de íons. Aliás, é o nosso referencial. Os materiais cujas soluções não conduzem eletricidade são conhecidos como não-eletrólitos. Uma das conseqüências da passagem da corrente elétrica através da solução é a decomposição e o transporte do material ali dissolvido. Com a passagem da corrente elétrica, os íons positivos sofrem uma atração fatal para o polo negativo da eletricidade, enquanto que os íons negativos são atraídos para o polo positivo da eletricidade.

solução intersticial tiver íons hidrogênio dominando como num formigueiro, será ácida. Quando houver abundância de outros íons na superfície da argila, certamente teremos um solo alcalino.

Os solos ácidos e os alcalinos

Os solos onde há constante precipitação de chuvas, usualmente tornam-se ácidos com pH variando entre 5 e 6,8. Ao contrário, em regiões secas, o solo normalmente é alcalino. A constância das chuvas introduz periodicamente mais água no solo. Como conseqüência, íons hidrogênio H^+

da água tenderão a substituir outros íons positivos como o cálcio (Ca^+), angariando partículas de argila. Estes íons cálcio (Ca^+), com crachá de básico, tendem a ser lixiviados pela chuva e, conseqüentemente, substituídos pelo abundante hidrogênio

GLOSSÁRIO

Soluções – estes materiais são formados por uma massa fluída, sólida ou gasosa e um solvente. Sua condição física é norteada pela mistura completa das moléculas de dois componentes cujo tamanho é da ordem de 10^{-7} micrômetros.

Emulsões – são uma mistura de dois ou mais líquidos de diferentes propriedades. Uma vez formada a emulsão, formar-se-ão partículas que variam de 1 a 10 micrômetros.

H^+ . Observa-se que, durante o período de chuvas, o solo tende a aumentar em acidez, perdendo esta característica com a chegada da estiagem.

Há vários métodos para se verificar a acidez de um solo. O mais comum é o uso de corantes, que mudam de cor em relação ao pH do solo.

Fax consulta n° 29



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Solos.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Oscar Boaventura Filho é geólogo e especialista em assuntos sobre contaminação ambiental.
- U.S. Bureau of Reclamation. Methods of tests for soils for civil engineering purposes. BS 1377.
- Code of practice on site investigation. BS 5930.
- Soil nailing: application and practice. Part 2 Ground Engineering.
- Glossop, R. The rise of geotechnology and its influence on engineering practice.

A atividade microbiana nas tintas de proteção.

Próxima Edição

RECUPERAR

JUNTAS DE DILATAÇÃO... ... para estruturas hidráulicas?

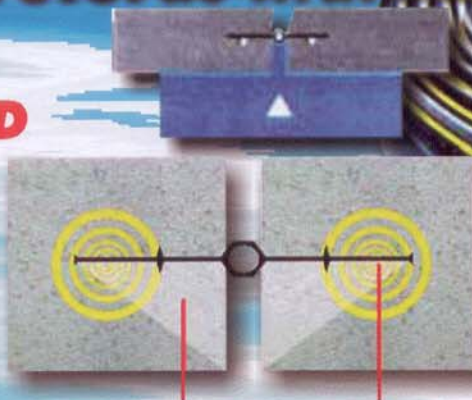
INJECTBAND

As "bands" antigas sempre dão problemas de vazamento porque ficam confinadas em áreas onde o concreto segrega.

Exija dupla segurança.

Exija INJECTBAND.

Tele-atendimento:
(0xx21) 2495-4702
fax (0xx21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta n° 30



Área de segregação do concreto A injeção de PH Flex irá preencher os vazios, tornando estanque esta região. Dupla segurança.

INJECTBAND
Dupla garantia