

# COMPACTION GROUTING

ESTA TÉCNICA PROMOVE A FORMAÇÃO DE BULBOS E COLUNAS, ALÉM DA COMPACTAÇÃO ESTÁTICA HORIZONTAL DO SOLO. TEM 50 ANOS E SÓ AGORA ESTÁ ENTRE NÓS.

## Carlos Carvalho Rocha

Falar em grouting significa injetar suspensões, soluções e emulsões nos poros do solo, de modo a melhorar ou modificar suas características geotécnicas. Indiscutivelmente, o permeation grouting com o uso de resinas, como o SOLOMAX e, adicionalmente, caldas de microcimento ou cimento

portland é o tipo mais comum de tratamento em todo mundo, assim como o mais antigo. Contudo, não é preciso lembrar que, entre nós, o caro jet-grouting que, literalmente, promove a substituição do solo, é o retrato estereotipado das técnicas de grouting. O que é ruim, pois promoveu um cer-

teamento extremamente prejudicial ao mercado, até bem pouco tempo. O grouting é bem mais do que promover a substituição plena do solo, após sua destruição, por colunas de caldas de cimento. Basicamente, pode-se dividir as técnicas de grouting desta maneira:

### GLOSSÁRIO

**Consistência** – refere-se ao grau de adesão entre as partículas do solo. É a resistência contra as forças que tendem a deformar ou romper a massa de solo. É descrita por termos tais como dura, rija, quebradiça, friável, pegajosa, plástica e mole. Quanto mais argiloso o solo, maior são os estados de consistência. O grau de plasticidade de um solo argiloso também é expresso pelas palavras gorda e magra. Assim, uma argila magra tem muito silte ou areia e, claro, tem pouca plasticidade. Uma argila gorda, ao contrário, é muito plástica, significa muita presença de argila e água.

Tipo de Grouting	Características
Permeation Grouting (PG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interrompe fluxos d'água.</li> <li>✓ Melhora a estrutura do solo por modificação química.</li> </ul>
Jet-Grouting (JG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Melhora as condições de suporte do solo por simples substituição física por colunas de cimento portland.</li> </ul>
Compaction Grouting (CG)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Melhora as condições de suporte do solo com a formação de colunas de grout específico e, adicionalmente, a consolidação do solo vizinho via compactação horizontal.</li> </ul>

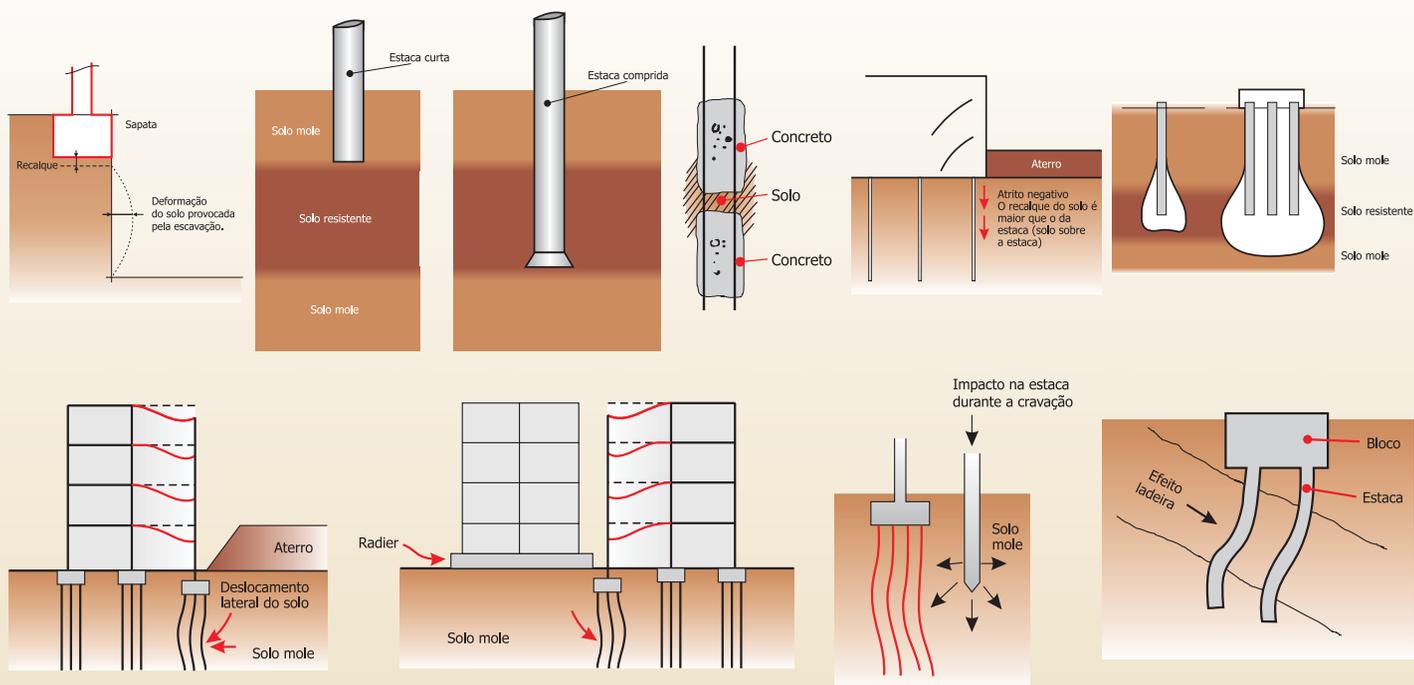


Terrenos perigosos...

...COMPACTION GROUTING

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

## Algumas patologias de fundações



Observação: A resistência de uma estaca decompõem-se em duas parcelas: a resistência por ponta e a resistência por atrito lateral.

Como se observa no quadro de groutings, Compaction Grouting ou CG é uma técnica

de grouting que utiliza a mesma estratégia do jet-grouting: a formação de colunas.

Mas essa é apenas a ponta do iceberg de vantagens sobre o jet-grouting.

# IMPERMEABILIZAÇÃO POR INJEÇÃO?

Pare de perder tempo e dinheiro tendo que injetar gel após espuma. Injete PH FLEX SUPER e pronto.



**PH FLEX SUPER**  
Injeção Inteligente

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

## Compaction Grouting

Esta técnica de consolidação de solos é específica para argilas moles ou areias fofas. Caracteriza-se pelo uso de grouts pré-fabricados com baixo slump que, uma vez injetados, formam bulbos e/ou estacas de material duro e incompressível, podendo promover um leve levantamento do solo em consequência do tamanho do bulbo formado ou das colunas. Esta última particularidade é bastante aproveitada em obras antigas submetidas a problemas de fundação, podendo-se promover a correção de recalques diferenciais existentes na estrutura. A formação de bulbos de grouting com pressão média de 2MPa no ponto da injeção geram forças equivalentes a 200 toneladas em torno e externamente aos bulbos, suficientes para macaquear um elemento de fundação.

A ação programável do diâmetro dos bulbos e/ou colunas promove adicionalmente

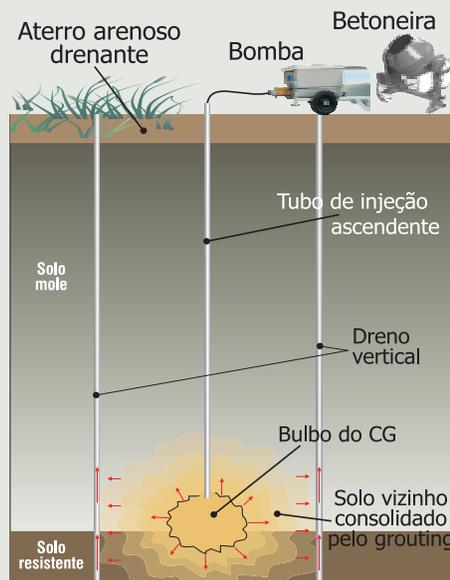


Figura 2 - Início dos trabalhos do CG e a formação do bulbo. Repare na presença de finos drenos verticais que recolhem o excesso da pressão d'água dos poros em um solo argiloso gordo (muito plástico).

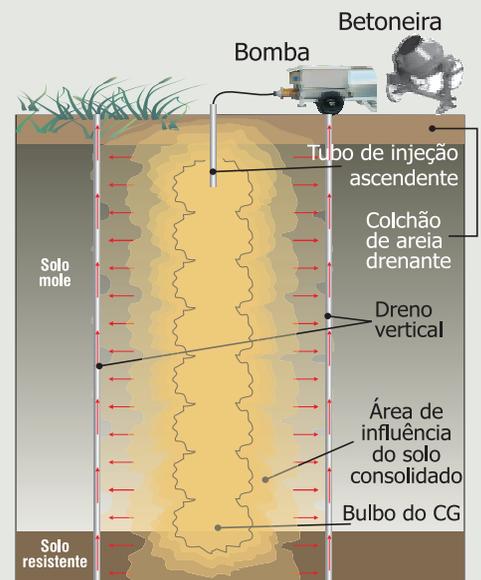


Figura 3 - Situação final da consolidação de solo com formação de uma coluna de CG.

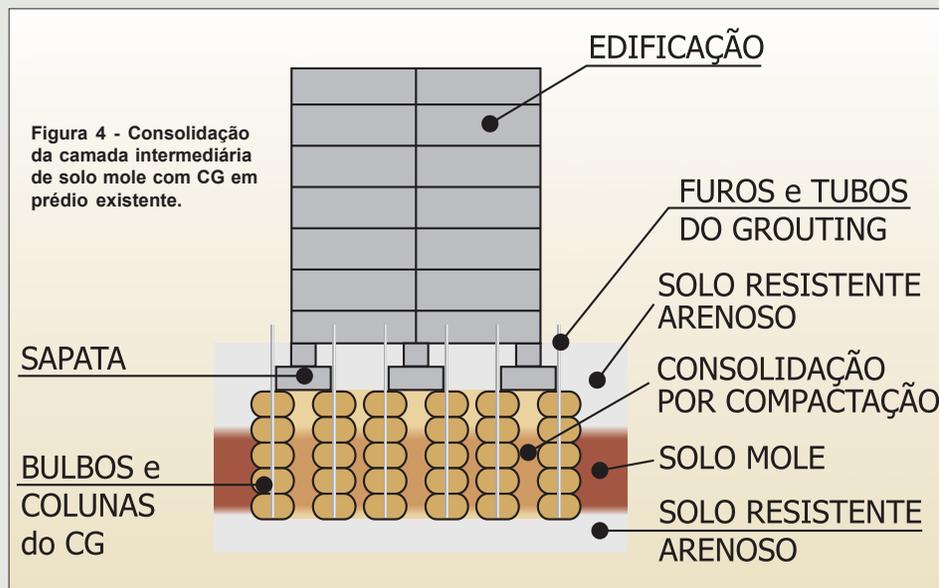


Figura 4 - Consolidação da camada intermediária de solo mole com CG em prédio existente.

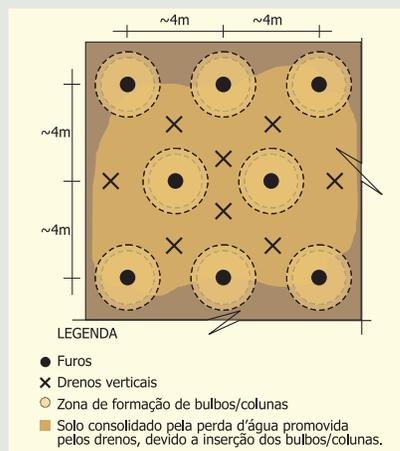


Figura 5 - Representação esquemática de um projeto de CG com a posição dos furos, dos drenos e da projeção dos bulbos/colunas.

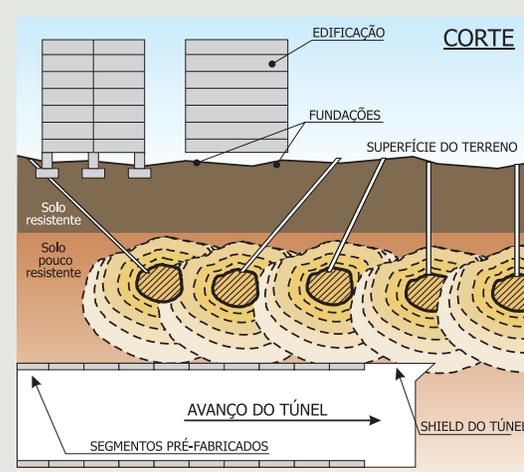


Figura 6 - Vista do CG feito para controlar recalques em escavação de túneis em solos moles.

### GLOSSÁRIO

**Angstrom - Å** – unidade de comprimento, equivalente a  $10^{-10}$  m.

**Piezômetro** – instrumento para medir a carga gerada pela pressão d'água, em um ponto específico nos poros do solo.

**Poros** – espaço existente em uma massa de solo ocupada pela água e ar.

**Defloculação** – separação das partículas de um colóide que estavam antes agrupadas (floculadas).

**Colóide** – sistema no qual as partículas se encontram suspensas em um fluido.

**Adsorção** – incorporação de uma substância à superfície de outra.

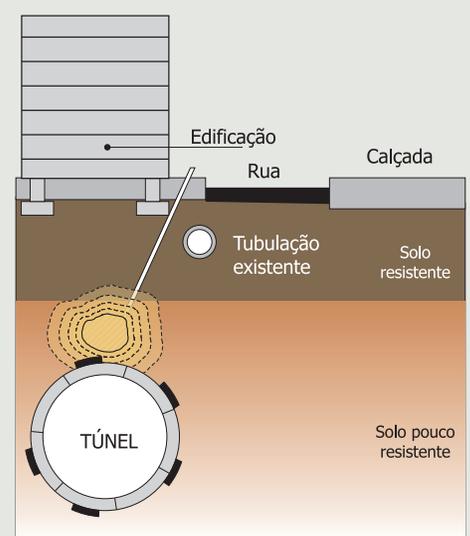


Figura 7 - Vista em corte de uma consolidação de solo feita com CG. Repare nos benefícios em relação ao Jet-Grouting. CG inclinada com formação de apenas 1 bulbo e a consolidação do solo vizinho.

## A argila e a água

Embora solos argilosos sejam compostos por grupos de partículas de diferentes tipos, sua massa é tratada como um meio contínuo. Sua resistência, permeabilidade e compressibilidade são determinadas pelo tamanho, pela forma das partículas, pelo seu arranjo e pelas forças atuantes. Pelo fato da água ser naturalmente atraída pelas partículas do solo, impondo a condição da tensão superficial, formam-se meniscos capilares entre as partículas. Com isto aparecem as tensões capilares. Por exemplo, para uma argila muito plástica, a porção d'água presente será influenciada pela quantidade de superfície das partículas. Em uma argila com área superficial de  $100\text{m}^2/\text{grama}$  sua espessura média de película d'água será de  $100\text{\AA}$ .

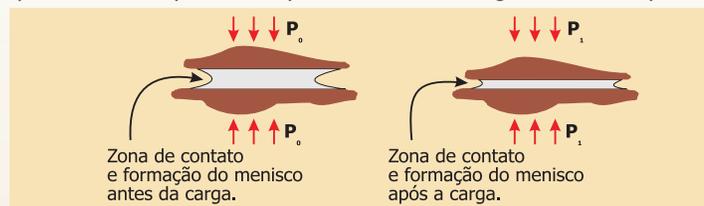


Figura 6 - A presença d'água entre lâminas de argila com pressão  $P_0$  e  $P_1$ .

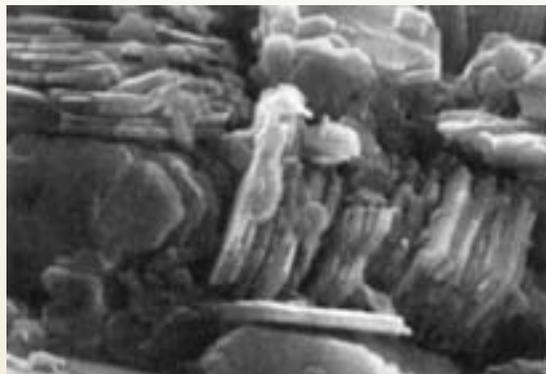


Figura 7 - Microfotografia eletrônica de uma argila. Repare suas lâminas que lhe conferem enorme superfície específica.

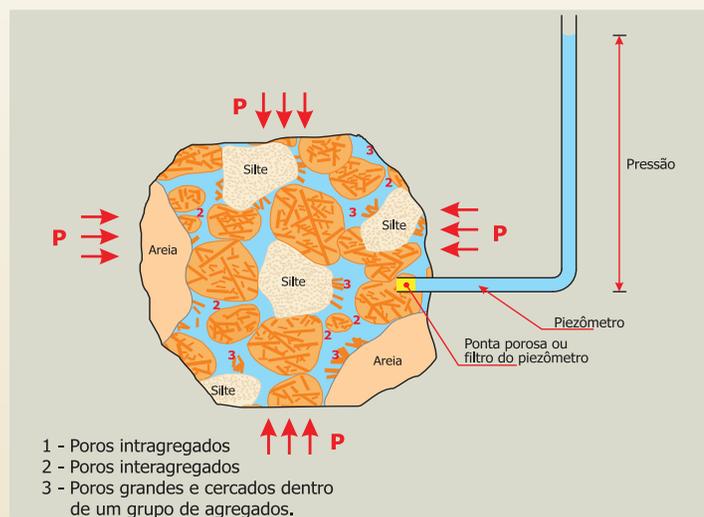
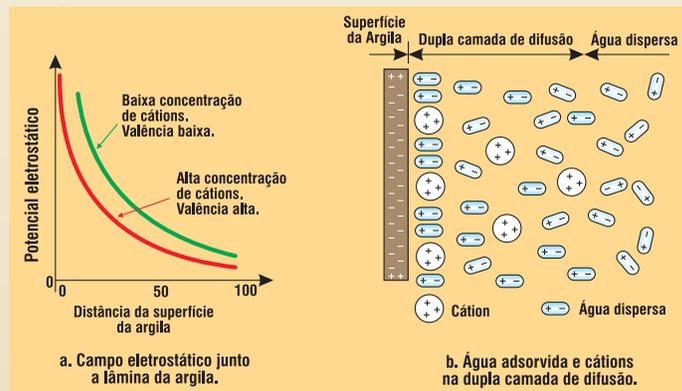


Figura 8 - Massa de solo argiloso saturado submetido a uma pressão  $P$ . Repare que a argila impede os grãos de silte e areia de se tocarem, impedindo uma posição estável da massa do solo.

Consistência de solos argilosos	S.P.T. (N) Número de golpes	Compressão simples $\text{kg}/\text{cm}^2$
Muito mole	2	0,25
Mole	2 - 4	0,25 - 0,50
Médio	4 - 8	0,50 - 1,00
Rijo	8 - 15	1,00 - 2,00
Muito rijo	15 - 30	2,00 - 4,00
Duro	> 30	4,00 - 8,00

Numa massa de solo argiloso poder-se-á medir a pressão da água presente (figura 8). Na verdade esta "água" é um eletrólito e tem concentração própria, energia e força de repulsão, troca de íons e uma quantidade de variáveis pertinentes ao fenômeno da dupla camada. Resultados de ensaios de adensamento realizados em amostras de solos argilosos indicam que o tempo necessário para alcançar um determinado grau de adensamento cresce proporcionalmente com o quadrado da espessura da camada de solo.



### GLOSSÁRIO

**Recalque diferencial** - uma forma de movimento diferencial, apresentando valores diferentes ao longo de toda a obra, causado especificamente pelo recalque do solo suporte.

**Índice de resistência à penetração** - é o número de golpes dados, com um peso padrão caindo em queda livre de uma altura constante, para a penetração de um amostrador (mohr ou terzaghi) padrão a profundidade de 30cm.

**Recalque** - Recalque total - é usual decompor o recalque total em quatro componentes:

- 1) **recalques por deformação elástica** - são os "imediatos" à aplicação da carga e predominam nos solos não coesivos (areias).
- 2) **recalques por escoamento lateral** - são os provocados pelo deslocamento da massa do solo das zonas mais carregadas para as menos solicitadas.
- 3) **recalques por adensamento** - são os provocados pela expulsão da água dos poros do solo.
- 4) **recalque secundário** - produz-se, de deformação lateral nula, mesmo após a dissipação da pressão da água nos poros do solo.

zontal adicional, via dissecação da água presente no seio do solo, seja formado por areias fofas e/ou argilas de consistência

mole ou muito mole, reflete-se em um raio de cerca de duas vezes o diâmetro do bulbo formado. Geralmente executa-se próximo

### POROSIDADE, ÍNDICE DE VAZIOS E PESO ESPECÍFICO DE SOLOS TÍPICOS NO ESTADO NATURAL

Descrição	Porosidade (%)	Índice de vazios	Teor de água (%)	Peso específico $\text{Kg}/\text{m}^3$	
				Seco	Saturado
Areia uniforme, fofa	46	0,85	32	1430	1890
Areia uniforme, compacta	34	0,51	19	1750	2090
Areia de granulometria variada, fofa	40	0,67	25	1590	1990
Areia de granulometria variada, compacta	30	0,43	16	1860	2160
Argila mole ligeiramente orgânica	66	1,9	70	....	1580
Argila mole muito orgânica	75	3,0	110	....	1430
Bentonita mole	84	5,2	194	....	1270

Figura 9 - Dados típicos utilizados no cálculo do CG.

## Drenos verticais

Com a utilização de drenos verticais de geocompósitos é possível a eliminação rápida da água do solo, ocasionando uma grande redução do tempo necessário ao adensamento de terrenos compreensíveis. Na prática, os drenos verticais são utilizados em terrenos argilosos moles e pouco permeáveis, permitindo também o aumento da resistência ao cisalhamento e, por conseguinte, da capacidade de suporte. O emprego dos drenos faz com que a maior parte do recalque ocorra antes da execução da obra, trazendo substancial economia nos custos de manutenção, como por exemplo no renivelamento e reconstrução de pavimentos, galerias, linhas férreas, rodovias etc. O processo de consolidação começa quando o terreno, sendo comprimi-

do, filtra a água contida entre os poros das partículas sólidas, reduzindo seu volume. A consolidação é tanto mais lenta quanto menos permeável é o terreno. A instalação dos drenos verticais reduz sensivelmente o percurso que a água deve fazer para sair da área comprimida e chegar numa região permeável sem pressões, ou seja, nas colunas dos drenos. Com o uso de drenos, o fluxo da água no interior da argila é predominantemente horizontal, enquanto no processo de adensamento normal, o fluxo é vertical. O coeficiente de permeabilidade horizontal é substancialmente superior ao coeficiente de permeabilidade vertical, conferindo ao uso de drenos uma significativa vantagem adicional.



Figura 10 - Consolidação de pequenas camadas de solo mole a diversas profundidades, em Itajaí, SC.

aos furos do CG, formando linhas de finos drenos verticais, de modo a promover a drenagem do solo confinado e compactado. Em outras palavras, a massa de argila mole, em torno do furo do grouting ou dentro da zona de influência, responde, devido ao anúncio de um novo estado de tensões imposto. A velocidade da onda cizalhante é máxima junto ao furo, diminuindo à medida que se afasta do furo. Paralelamente a este

nível de tensões criado, a água presente nos poros do solo sofre um fenômeno semelhante ao de uma meia laranja espremida com a mão. Efetivamente, diminui-se a quantidade de poros fazendo-se com que o esqueleto sólido entre em carga, obtendo-se um novo estado de equilíbrio, agora estável. É comum, em obras de reforço de fundação, a execução de um primeiro bulbo imediatamente abaixo do elemento de funda-



Figura 11 - Pavimentos com recalques estão entre as maiores aplicações do CG.

## GLOSSÁRIO

**Adensamento em solo argiloso** – quando se aplica uma pressão constante em um solo argiloso, parte da pressão vai agir sobre os grãos do solo e parte é transmitida à água. Esta água, então, tende a escapar dos poros do solo muito lentamente, devido a quase impermeabilidade das argilas. Logo, a diminuição do volume dos poros ou vazios existentes em sua massa acontece de forma lenta. Razão pela qual a deformação ou propriamente os recalques nas argilas ocorrem de forma muito lenta.

**Compactação de um solo** – é a aplicação, no solo, de cargas dinâmicas ou estáticas, com ou sem vibração, de maneira a reduzir o seu volume de vazios ou poros, dando-lhe, consequentemente, mais resistência.

**Limite de liquidez de um solo** – separa o estado líquido do plástico. É a menor umidade que faz o solo fluir sob a ação de uma carga ou de seu próprio peso.

**Tensão efetiva** – ocorre devido ao contato entre grãos do solo.

**Pressão na água dos poros** – também chamada de pressão neutra, é transmitida através da água intersticial. Pressão produzida pela água. É zero se igual a pressão atmosférica. Em solos não saturados, próximos à superfície, a pressão é negativa.

**Limite de plasticidade** – é o teor de umidade para o qual o solo começa a quebrar-se em pedaços, quando colado em cilindros de pequeno diâmetro.

**Pré-adensamento** – um solo argiloso é dito pré-adensado se esteve, em alguma ocasião, sujeito a uma pressão superior a atual, devido à carga de terra.

ção, seja ele uma sapata, radier ou lajes apoiadas no solo e, no dia seguinte, prosseguir o programa de grouting. Os efeitos do CG dependerão do tipo de solo a

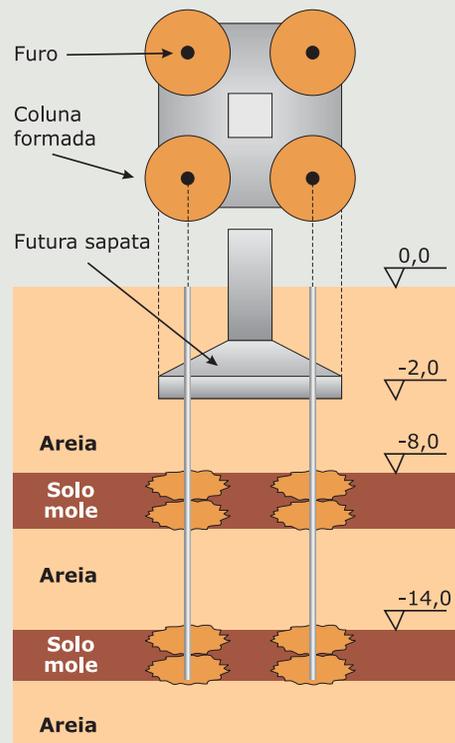


Figura 12 - Situação típica dos serviços prévios de consolidação, como prevenção de futuros recalques em camadas finas de solo mole a diversas profundidades. Repare que as colunas do CG situam-se na projeção das futuras sapatas.



Figura 13 - Serviços de CG em andamento, com o depósito dos sacos de grout ao fundo.

ser trabalhado, da malha de furos dimensionada, do tipo e do volume de grout a ser empregado e da pressão utilizada no bombeamento. O dimensionamento prévio do CG é feito matematicamente e é influenciado pela densidade e o teor de umidade ou liquefação do solo obtido pelos furos de sondagens do local. De um modo geral, poder-se-á trabalhar com pressões de 1 a 7MPa, projetando-se bulbos com diâmetros em torno de 80cm para solos uniformes e espaçamentos, entre furos, formando malhas quadradas de 1,5m a 6m de lado.

### O processo de consolidação

Consolidação é a diminuição do volume do solo, uma vez submetido a qualquer tipo de tensão. A chamada consolidação primária é grande e ligeira, devido à rápida expulsão d'água direcionando o excesso de pressão d'água dos poros a zero. A consolidação secundária num tempo posterior será pequena e lenta devido à reestruturação das partículas sólidas.

O processo de consolidação do solo vizinho às colunas formadas pelos bulbos, resultará num solo não saturado. Este tipo de material enquadra-se numa categoria de solo pouco conhecida dentro da mecânica de solo clássica. Com a formação do bulbo, considerando-se um solo saturado com uma determinada pressão d'água em seus poros (pressão neutra), haverá forte tendência de perda d'água nos poros grandes e, com o correr do tempo, também nos poros intragregados e interagregados, havendo a conseqüente perda daquela pressão. Claro, desde que haja drenagem. O resultado é a aproximação dos agregados e o ganho de resistência do solo, na medida em que o verdadeiro ou efetivo nível de tensões no solo cresce com a diminuição da tensão na água dos poros.

$$\text{Tensão Efetiva} = \text{Tensão Total} - \text{Tensão na água dos poros}$$

A equação acima é uma das mais importantes na mecânica dos solos. A teoria da consolidação para os solos argilosos, é clara quanto à variação da pressão d'água nos poros e às conseqüentes mudanças de volume/ganho de resistência do solo.

### Objetivos do CG

Como o dimensionamento da capacidade de carga dos solos argilosos baseia-se em sua resistência à compressão não confinada, a simples formação de colunas de CG sob um solo de fundação, e sob uma sapata por exemplo, promoverá benefícios diretos.

O objetivo do CG é introduzir tensões verticais no solo, suficientes para resistir às cargas a serem impostas ou já existentes, promovendo-se, de maneira intrínseca, o aumento do módulo tensão-deformação do solo. Agregado ao objetivo principal, ter-se-á os seguintes benefícios:

- ✓ Redução da compressibilidade do solo e a conseqüente redução dos re-

calques, principalmente os diferenciados.

- ✓ Controle de colapsos durante a execução de túneis em solos moles.
- ✓ Aumento da capacidade de carga do solo, devido à modificação no carregamento de uma edificação.
- ✓ Diminuir ou mesmo impedir o afluxo d'água na região do grouting (correção da liquefação do solo).
- ✓ Estabilização de qualquer tipo de movimento.

É muito comum a utilização do CG ao longo de estruturas vizinhas, durante a escavação de uma obra. Provavelmente, sua maior qualidade está no reduzido e diminuto equipamento que utiliza, possibilitando a execução de serviços de consolidação e estabilização durante a rotina normal das obras, sem que se perceba sua presença. **TT**

### e-mail consulta nº 03



### RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Solos.

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

### REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Graf, E.D., "Compaction Grouting Technique" Journal of the soil mechanics and foundation division, ASCE.
- Grouting - "Compaction Remediation Testing", CX. Vipulanandan.
- Brown, D.R. and Warner, J., "Compaction Grouting", Journal of the soil mechanics and foundation division, ASCE.
- Warner, J., et al, "Recent advances in compaction grouting technology", ASCE.
- Warner, J. and Brown, D., "Planning and Performing Compaction Grouting", Journal of Geotechnical engineering division, ASCE.

## PIEZÔMETROS?

### PIEZÔMETRO DE TUBO

Usado para medir e controlar a pressão da água nos poros do solo, rocha e concreto.



### PIEZÔMETRO DE CORDAS VIBRANTES

Mede com precisão a pressão da água nos poros em solos saturados ou parcialmente saturados, além de rochas e concretos.



Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta nº 04



# Parece, mas não é.



**Carlos Carvalho Rocha**

Saiba porque nem sempre as trincas a 45° significam problemas com recalques na fundação de um prédio.

Quando a situação descamba para o terrorismo sintomatológico de trincas e fissuras nas paredes de uma edificação, torna-se perigoso generalizar o diagnóstico. É o que acontece com as famosas trincas a 45°, que nem sempre tem a ver com problemas de fundação do prédio. Por falar em problemas de fundação, o deslocamento vertical para baixo, vulgarmente chamado de recalque, não tem normas rígidas que fixem valores admissíveis, quer dizer descolamentos que não causem da-

nos às obras, sejam quais forem as suas causas.

### **As trincas devidas aos recalques na fundação**

Antes de mais nada é necessário entender o recalque absoluto, definido como o deslocamento vertical descendente de um pilar. A diferença entre os recalques absolutos de dois pilares denomina-se recalque diferencial.

Figura 1 - Situação clássica de trincas motivadas por recalque de pilares, com manifestação inclinada a 45°.

O grande problema é que os recalques diferenciais ( $\Delta$ ) promovem grandes distorções na estrutura que, dependendo de sua intensidade, poderão acarretar trincas e fissuras. Assim, o recalque diferencial, também chamado distorção angular ( $\delta$ ) é quantificado pela expressão:

$$\delta = \frac{\Delta}{L} = \frac{r_2 - r_1}{L}$$

# Acabe com a rotina da manutenção...



**USE**  
**DENSOFLEX**

Fita auto-aderente isolante da corrosão

DENSOFLEX é uma fita isolante da corrosão para fins industriais, cujas características principais são elasticidade permanente e dupla camada. É prática e versátil. Atende às rigorosas normas Alemãs DIN 30672 e DIN EN 12068 de aplicação em equipamentos e peças metálicas, enterradas ou não, assim como imersas em diversos fluidos. DENSOFLEX é composta de fibra de lã sintética impregnada com elastômero à base de hidrocarbonetos de última geração. O lado não aderente da fita DENSOFLEX é composto de filme de polipropileno de alta resistência, de modo a proteger seu elemento elastomérico aderente. DENSOFLEX, uma vez aplicada sobre superfícies metálicas, é virtualmente impermeável à ação dos temidos vapor d'água e oxigênio, desencadeadores da corrosão. Duas camadas da Fita DENSOFLEX atende e excede às exigências da classe A-30 da norma DIN 36072 e DIN EN 12068 com relação a tensionamentos. DENSOFLEX é importada da Alemanha e caracterizada pela DIN-DVGW-Reg. N° NG-5180BM00.

## DENSOFLEX

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6740  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 06

# Metacrilato

*Penetração inigualável*

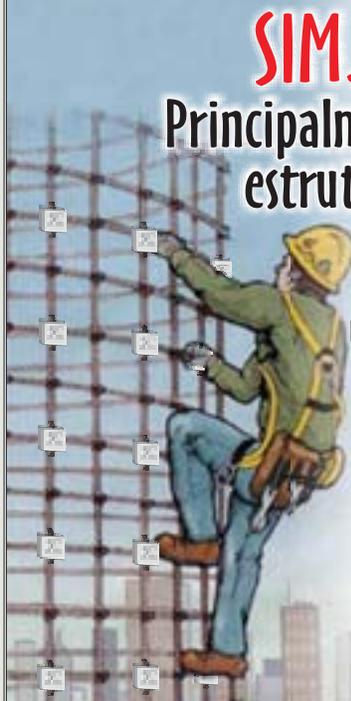
Viscosidade igual a da água, o METACRILATO preenche e monolitiza qualquer trinca ou fissura, de até 0,05mm de abertura, em pisos, bastando verter o produto. Em apenas meia hora, com o METACRILATO, também se monolitiza trincas e fissuras em vigas e pilares, de maneira fácil e rápida. É só fazer um pequeno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

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

# PLASTILHA Z como cocadas?

**SIM.**

Principalmente em estruturas hidráulicas.



"Cocadas" de PASTILHAS Z são a solução, principalmente em estruturas hidráulicas, pois uniformizam a distância forma-armadura e promovem toda aquela proteção que o aço deseja contra a corrosão durante, pelo menos, 15 anos.

Cocada boa é PASTILHA Z.

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 08

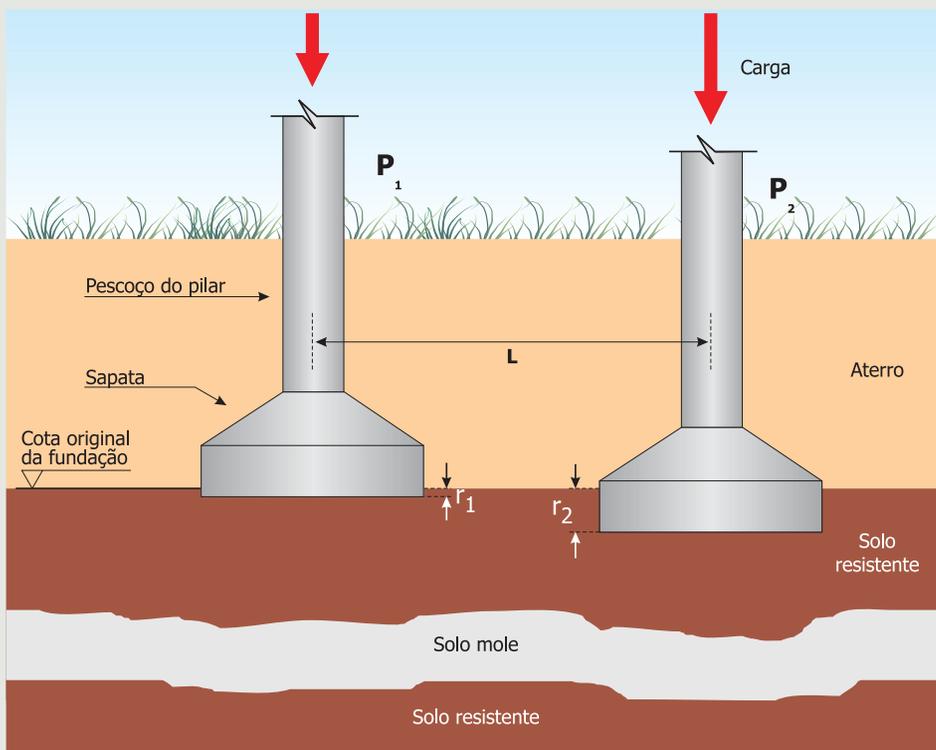


Figura 2 - Recalques absolutos  $r_1$  e  $r_2$  e o diferencial  $D = r_2 - r_1$  em uma situação típica entre 2 sapatas.

Se todos os pilares da edificação sofrerem o mesmo recalque absoluto, a distorção angular será nula. Desta forma, não ocorrerão trincas e fissuras nas paredes e vigas da edificação. De outra forma, ocorrerão trincas a 45°, problemas de funcionalidade

como janelas e portas emperradas, rutura de tubulações etc. Assim, torna-se necessário comparar recalques absolutos e diferenciais, estes com suas distorções angulares à tira colo, ao todo podereso recalque admissível.

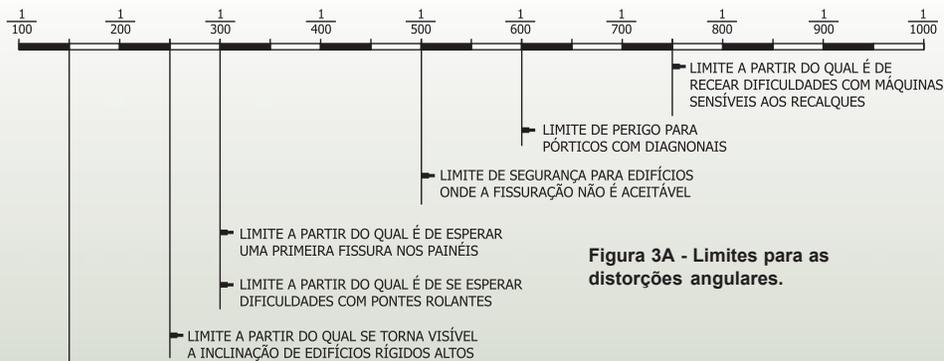


Figura 3A - Limites para as distorções angulares.

- CONSIDERÁVEL FISSURAÇÃO EM PAREDES DE PAINEL E DE TJOLOS
- LIMITE DE SEGURANÇA PARA PAREDES FLEXÍVEIS DE TJOLOS ( $h/1 < 1/4$ )
- LIMITE A PARTIR DO QUAL É DE SE RECEAR DANOS ESTRUTURAIS DE EDIFÍCIOS EM GERAL



Figura 3B - Problemas com movimentos e distorções entre pilares deste muro. Repare que o do meio está recalçando em relação aos outros dois.

GLOSSÁRIO

**Recalque diferencial** – uma forma de movimento diferencial causado especificamente pela desconsolidação do solo suporte.

**Trincas de retração** – trincas que ocorrem nos materiais pela ausência de resistência à tração, causada por confinamentos internos ou externos, devido a redução no seu teor de umidade. Materiais sujeitos a confinamentos externos desenvolvem também trincas devido às diminuições da temperatura.

As trincas inclinadas que parecem mas não são da fundação

Indiscutivelmente, as sobrecargas e a instabilidade que se desenvolve internamente em uma estrutura são as duas principais causas das distorções que, freqüentemente, deparamos numa edificação. Tanto podem ser causadas por dimensionamento inadequado quanto por uma construção deficiente. As tensões e deformações de alongamento e retração induzidas nos materiais que compõem a edificação surgem, naturalmente, pelos movimentos térmicos e os advindos da constante variação da umidade. Estes movimentos diferenciais e os relacionados à fluência (creep) podem também ser originados pelo peso próprio dos materiais. A seguir apresentamos algumas manifestações típicas de casos de trincas inclinadas provocadas por outras causas. Neste particular, torna-se necessário entender que paredes também compõem um time cheio de problemas. Ou seja, é preciso ficar sensível e detectar a natureza das forças envolvidas e a variada sintomatologia de trincas e fissuras que surgem.

ÁGUA DURA NUNCA MAIS

Condicionador Magnético para Tubulações

- Tratamento de água: Para caldeiras, torres de refrigeração, aquecedores, compressores, prédios residenciais e comerciais.
- Elimina produtos químicos.
- Não cria incrustações.
- Retira as incrustações já existentes.
- Não corrói e dispensa manutenção.
- Permanente - não se desgasta.
- Economiza água, combustível e energia.
- Garantia total de 10 anos.



Tele-atendimento (0XX21) 2493-6740  
 fax (0XX21) 2493-5553 - produtos@recuperar.com.br  
 Fax consulta nº 09

## Trincas inclinadas nas aberturas das edificações

É muito comum nas edificações, além das aberturas nas paredes promovidas por portas e janelas, aquelas devidas a pequenos e grandes vãos, todos se submetendo a trincas nos cantos, invariavelmente inclinadas. Esta patologia tem a ver com a concentração de tensões ao longo das paredes que envelopam a edificação. Um raio x das tensões que ali ocorrem evidencia que a transferência de cargas em torno da abertura mostra que o trecho de parede imediatamente abaixo está suportando pouca carga, enquanto que seus trechos laterais se-

guran uma barra mais pesada que a normal. A redistribuição destas cargas produzirá trincas com movimentos cizalhantes. O problema é que a capacidade de tração das paredes é baixa, assim como sua argamassa de assentamento. Assim, trincas e fissuras inclinadas que possam ocorrer em paredes ocorrerão nas aberturas e outras regiões mais

frágeis ou de pouca resistência que compõem o paramento, quer dizer, exatamente onde se concentrarão forças de tração.



Figura 4 - Trincas que se manifestam onde há janelas e outras aberturas.

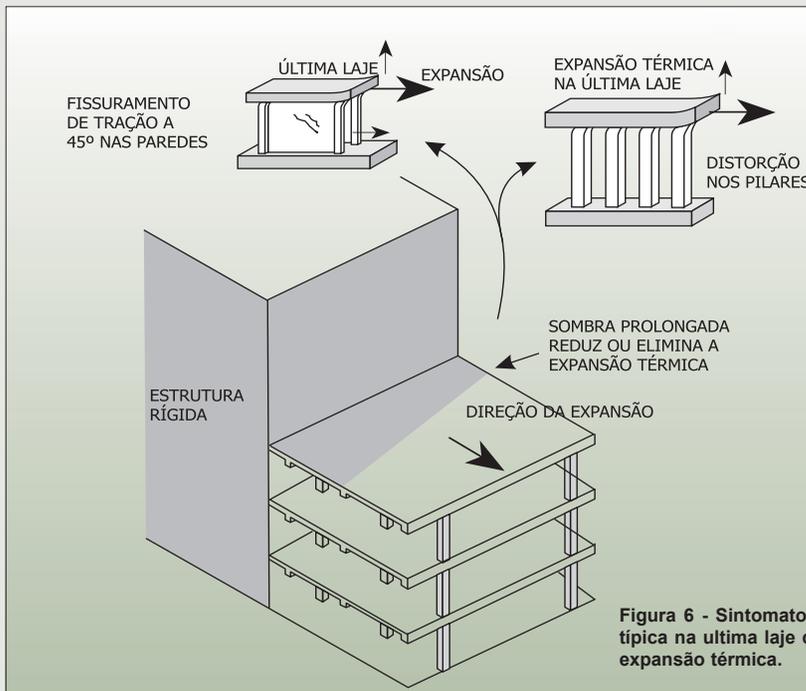


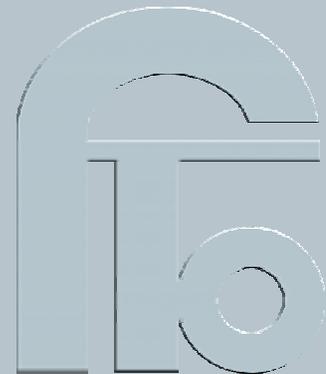
Figura 6 - Sintomatologia típica na última laje com expansão térmica.



Figura 5 - O efeito do sol nas últimas lajes.

- Inspeções, recuperação e reforço estrutural convencional e com fibra de carbono.
- Gerenciamento e fiscalização de obras.
- Provas de carga e controle de recalque.
- Controle global da qualidade na construção civil, controle tecnológico de concreto, solos e pavimentação.
- Análises químicas, físicas e metalográficas.

50 ANOS



Grupo Falcão Bauer

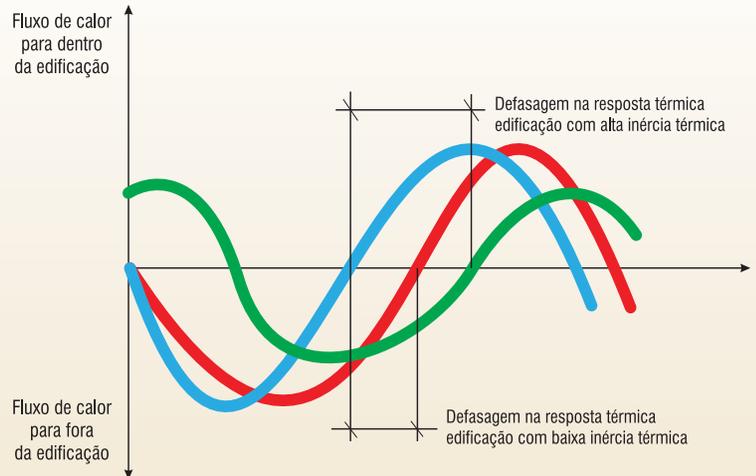
Tel.: 11 3611-0833 - Fax: 3611-0170  
[www.falcaobauer.com.br](http://www.falcaobauer.com.br) [bauer@falcaobauer.com.br](mailto:bauer@falcaobauer.com.br)  
 Filiais: Bauru - Campinas - Santos - Salto - São José dos Campos  
 Rio de Janeiro (RJ)  
 Laboratório Credenciado pelo INMETRO

## O que você precisa saber sobre inércia térmica

Inércia térmica é uma importante característica que, efetivamente, controla o movimento térmico, particularmente o movimento térmico diferencial de edificações parcialmente ensombreadas. No contexto da massa da edificação, compromete-se essencialmente o tempo necessário para a edificação adaptar-se às mudanças de temperaturas ambientes. Materiais termicamente leves, com baixa capacidade térmica mudam de temperatura (e também de dimensões) relativamente rápido. Materiais com características opostas mudam de temperatura e de dimensões menos intensamente. Juntas numa edificação, promovem defasagens no tempo à medida que o ciclo térmico se manifesta mais intensa e rapidamente. Estas manifestações ocorrem particularmente nas edificações onde o clima interno fica fora de fase em relação ao externo e/ou a própria estrutura da edificação, ou alternadamente com seus ciclos de utilização. Conseqüentemente, sobra para a umidade interna da edificação que desembesta a criar focos de regiões com condensação e, naturalmente, mofo. Na medida em que há pouca ventilação, o problema torna-se crônico. Alguns poucos prédios modernos já apresentam materiais isolantes, caracterizados por baixa inércia térmica, exibindo pouca ou quase nenhuma defasagem em resposta às mudanças térmicas.

### GLOSSÁRIO

**Inércia** – resistência oferecida por qualquer corpo a uma mudança em seu estado de repouso ou movimento. É uma propriedade fundamental de todo material. A medida da inércia de um objeto é sua massa.



### Legenda

- Temperatura da edificação com grande inércia térmica
- Temperatura circundante
- Temperatura da edificação com baixa inércia térmica

## MONITORAMENTO DE ESTRUTURAS? SÓ COM FIBRA ÓTICA

Não, não é outra constelação. É uma barragem monitorada com sensores de fibra ótica TOTAL CONTROL, que medem variações de temperatura, campos magnéticos, vibrações, umidade, cargas, pressões, contaminação química etc. Pontes, túneis, estacas, interceptores oceânicos, instalações nucleares são algumas das estruturas monitoradas, de modo global e com resolução micrométrica, pelos nossos sensores. Nada escapa ao TOTAL CONTROL.

**INSTRUMENTAÇÃO? SÓ COM FIBRA ÓTICA TOTAL CONTROL**

TOTAL CONTROL

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 10

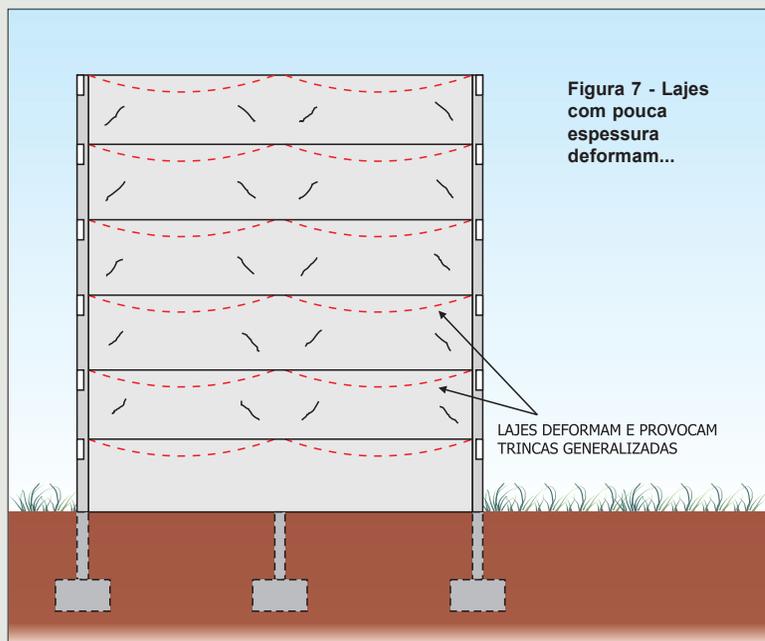


Figura 7 - Lajes com pouca espessura deformam...

LAIJES DEFORMAM E PROVOCAM TRINCAS GENERALIZADAS

Neste saco de gatos também estão inseridas as seguintes patologias:

#### Trincas inclinadas devido a ação do sol

Todos os materiais que compõem uma edificação experimentam movimento térmico devido ao sol. Cada um com seu craxá que informa o respectivo coeficiente de dilatação térmica. Assim, com o sol, os coeficientes variam e provocam movimentos e efeitos na edificação. Contudo, este movimento térmico é reversível.

outras peças. As paredes são as primeiras a abrir a boca com trincas invariavelmente inclinadas. Sua abertura e tamanho, serão reversíveis de acordo com a ação do tempo. Mudanças rápidas de temperatura, como as que ocorrem no sul e sudeste, criam quadros de tensões tão mais intensas quanto mais rápida for a velocidade da mudança e o movimento diferencial entre as peças da edificação. As regiões da edificação com maior exposição ao sol e com revestimentos mais escuros terão maior ganho térmico que as menos expostas e com

Problemas relativos a ação do sol não estão estritamente relacionadas às paredes mas sim dentro do palco das lajes, particularmente a do último pavimento. O flagrante usualmente ocorre através do movimento diferencial em um elemento da estrutura, o qual causa esforços de tração nas ligações com

revestimentos mais claros e brilhantes. Evidentemente, o comprimento das peças da edificação influenciarão o comportamento físico geral da expansão e da contração.

#### Trincas inclinadas em paredes sobre lajes flexíveis

Com o advento cada vez maior do dimensionamento de lajes com pouca espessura, torna-se cada vez mais frequente o aparecimento de trincas inclinadas em paredes apoiadas sobre estas lajes.

#### e-mail consulta n° 11



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Análise.

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

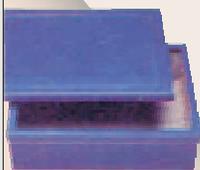
#### REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Addleson, L. Buildings Failures: A Guide to Diagnosis, Remedy and Prevention.
- Alexander, S.J. and Lawson, R.M. Design for Movement in Buildings.
- BRE Estimation of Thermal and Moisture Movements and Stress. Building Research Establishment.
- Ranson, W.H. Buildings Failures: Diagnosis and Avoidance.

## PEÇAS TÉCNICAS EM FIBERGLASS

### LEVES • RESISTENTES • DURADOURAS

Desenvolvemos, projetamos e fabricamos peças especiais e sob encomenda, para aplicações específicas ou alternativas a outros materiais. Nossa tecnologia de RTM, Vácuo, Spray-Up, laminação contínua, entre outras, e nossa equipe de profissionais qualificados, podem oferecer-lhes as melhores soluções no campo do plástico reforçado. Mantemos completa estrutura de serviços, inclusive para instalação e manutenção dos produtos que fabricamos.



#### FIBERGLASS

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta n° 12



# DIVÓRCIO À VISTA NOS REFORÇOS ESTRUTURAIS?

Epóxi  
&  
Fibra de  
Carbono



Concreto  
&  
Armaduras

CONHEÇA A INTIMIDADE DO RELACIONAMENTO ENTRE DOIS COMPÓSITOS DE PESO: EPÓXI COM FIBRA DE CARBONO E CONCRETO ARMADO.

## Michelle Batista

Com o advento crescente e exponencial da técnica de reforço estrutural de peças de concreto armado-protendido com compósitos, seja com tecidos, barras ou fita de fibra de carbono, invariavelmente utilizando-se matrizes epóxicas, começam a surgir os primeiros problemas dessa interação. Queremos dizer que os milhares de reforços anualmente executados entre compósitos antigos (concreto e armaduras) e no-

vos compósitos (fibra de carbono e epóxi) começam a surgir os primeiros divórcios, diagnosticados por diferenças de comportamento devido aos incrédulos fenômenos da retração/expansão e das propriedades térmicas e mecânicas desiguais entre os dois materiais. É interessante observar que o compósito fibra-epóxi, uma vez aplicado como reforço, dá lugar a um super compósito: concreto armado e fibra de carbono.

### GLOSSÁRIO

**Compósito** – combinação de dois ou mais materiais, sem chance de se misturarem e que trabalham em conjunto. Sua composição baseia-se em fibra e matriz envolvente.

**Tensões** – força por unidade de área. Utiliza-se o termo especialmente para indicar os esforços a que se submetem os sólidos, reservando-se o termo pressão para as tensões isotrópicas exercidas pelos fluidos. A tensão pode ser de compressão, tração ou de cisalhamento.

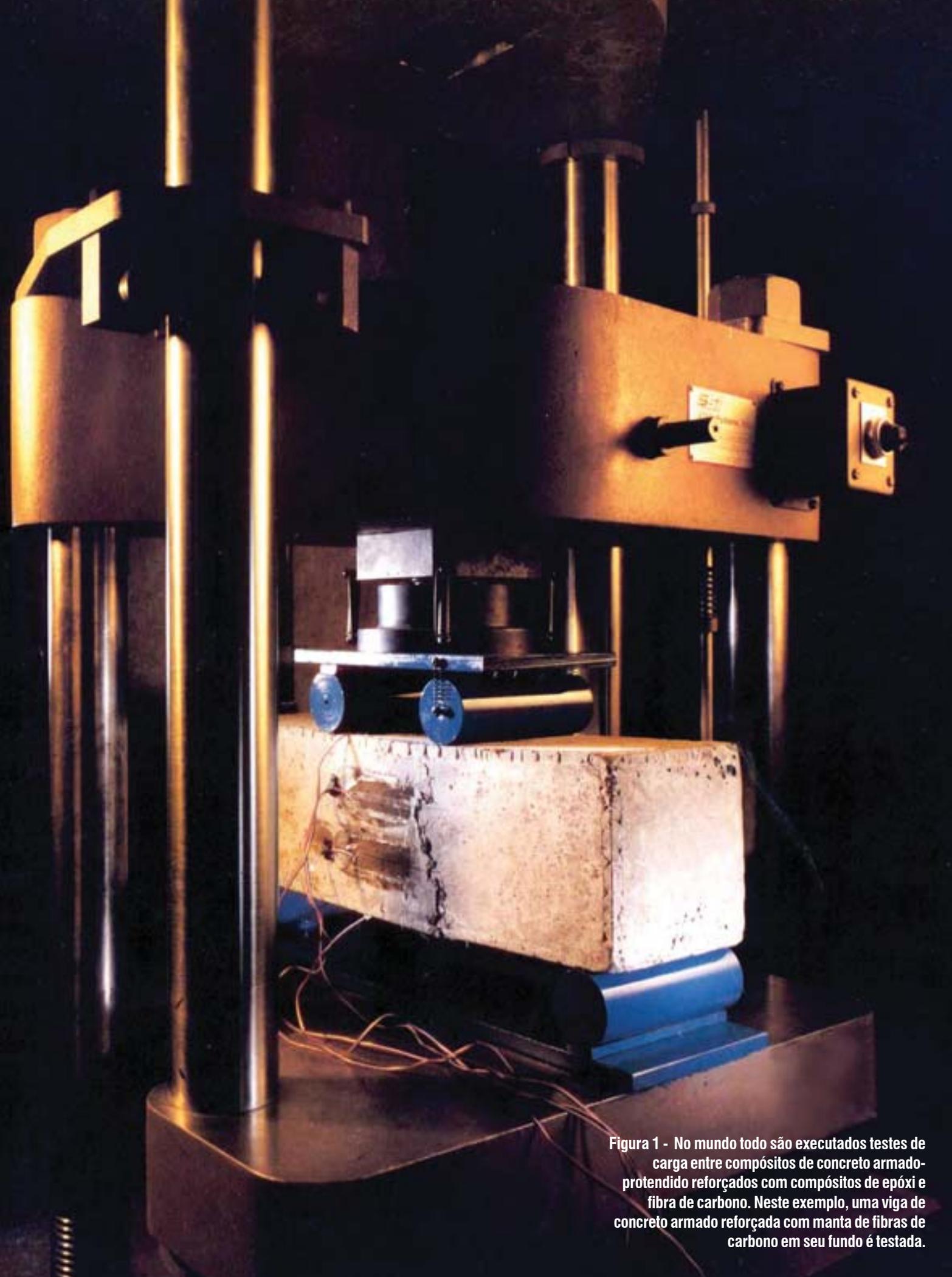


Figura 1 - No mundo todo são executados testes de carga entre compósitos de concreto armado-protendido reforçados com compósitos de epóxi e fibra de carbono. Neste exemplo, uma viga de concreto armado reforçada com manta de fibras de carbono em seu fundo é testada.

Excesso de adesivo é pernicioso à performance do reforço



Figura 2 - Laminados de fibra de carbono praticamente deixaram de ser utilizados devido à dificuldade de aplicação, em função da incompatibilidade de posicionamento e colagem com as superfícies (freqüentemente irregulares) das peças estruturais.

É exatamente sobre esta interação compósito que iremos comentar. Só para ilustrar, podemos adiantar que um simples choque térmico pode balançar aquele casamento, para não falar das inúmeras mudanças cíclicas a que estão sujeitos.

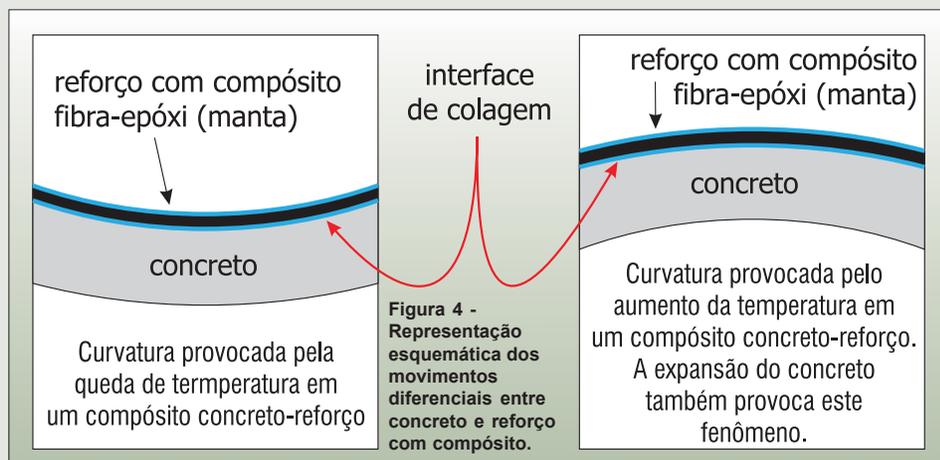
### Surgem as diferenças

Para poder entender problemas de comportamento entre o super compósito, se é que podemos assim taxá-lo, devemos considerar a existência de tensões entre os dois materiais, na medida em que ocorrem diferenças de volume em cada um. De qualquer maneira, as diferenças de com-



Figura 3 - Grandes vãos ficam submetidos a grandes tensões térmicas.

portamento promovidas pelas mudanças de volume entre os dois materiais existem e devem-se às desigualdades de propriedades físicas. Se analisarmos pelo lado do reforço fibra-matriz epóxica, veremos que o foco da análise, na verdade, recai sobre a matriz e as variáveis a que está sujeita, evidenciando caras e bocas totalmente diferentes se considerarmos sua variedade. Para complicar, as propriedades físicas do concreto e dos epóxios também são suficientemente diferentes. Se o leitor não puxar briga por valores específicos das inúmeras formulações epóxicas possíveis, sejam com alto, médio ou baixo módulo, e também dos muitos tipos de concretos, tranquilamente evidenciaremos estas diferenças de propriedades entre concretos e epóxios. São elas:



## FITA DE FIBRA DE CARBONO

### STATE OF ART IN STRUCTURAL STRENGTHENING



Abre-se o sulco...



...aplica-se o epóxi...



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



...o preenchimento final com epóxi.

Fita de Fibra de Carbono MFC com Reforço por Sulco na Superfície (RSS). Rapidez, eficiência e economia. Fique por dentro!

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862 • fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 14

- Os coeficientes de dilatação térmica linear dos epóxis são bem superiores aos do concreto, variando de 1,4 a 18,7 vezes.
- A resistência à tração dos epóxis é mais alta, variando de 1,25 a 13 vezes.
- A resistência à flexão é superior, de 1 a 10 vezes.
- O módulo de elasticidade à tração é também superior, de 0,021 a 0,5 vezes.
- O módulo de elasticidade à flexão supera de 0,0029 a 0,8 vezes o do concreto.
- A condutividade térmica dos epóxis é maior do que a do concreto, algo como 0,57 a 4 vezes.

Portanto, não é necessário fazer qualquer tipo de cálculo para ver que mudanças de volume ou de forma que ocorram em um epóxi, solidário, casado ou colado a um concreto, seja por variação de temperatura, ciclos de molhação e secagem ou mesmo pelas inevitáveis cargas a que estará sujeito, sua resposta será simplesmente diferente. Esta diferença de comportamento induzirá um clima tenso na linha ou no plano de colagem, podendo conduzir à rutura ou ao colapso do relacionamento. Portanto, já que a ação do ambiente é inevitável, além das cargas, torna-se importante assegurar que os materiais casados tenham propriedades



Figura 5 - Estados de corrosão precisam ser totalmente neutralizados com proteção catódica, antes que se proceda o reforço com compósitos.

mecânicas compatíveis para que também não promovam tensões adicionais.

### Clima de tensões

Como qualquer relacionamento a dois, ambos os materiais procuram acomodar-se em

ao outro experimentando, cada um, as tensões impostas. Neste relacionamento ocorrem tensões de tração axial, compressão e/ou flexão induzindo, invariavelmente, forças cisalhantes significativas ali na união do casal. Experimentam diversos níveis de tensões, com frequência. Imaginemos, por

# Reforço Estrutural...

...só com sistemas MFC.



Manta de Fibra de Aço



Manta de Fibra de Carbono



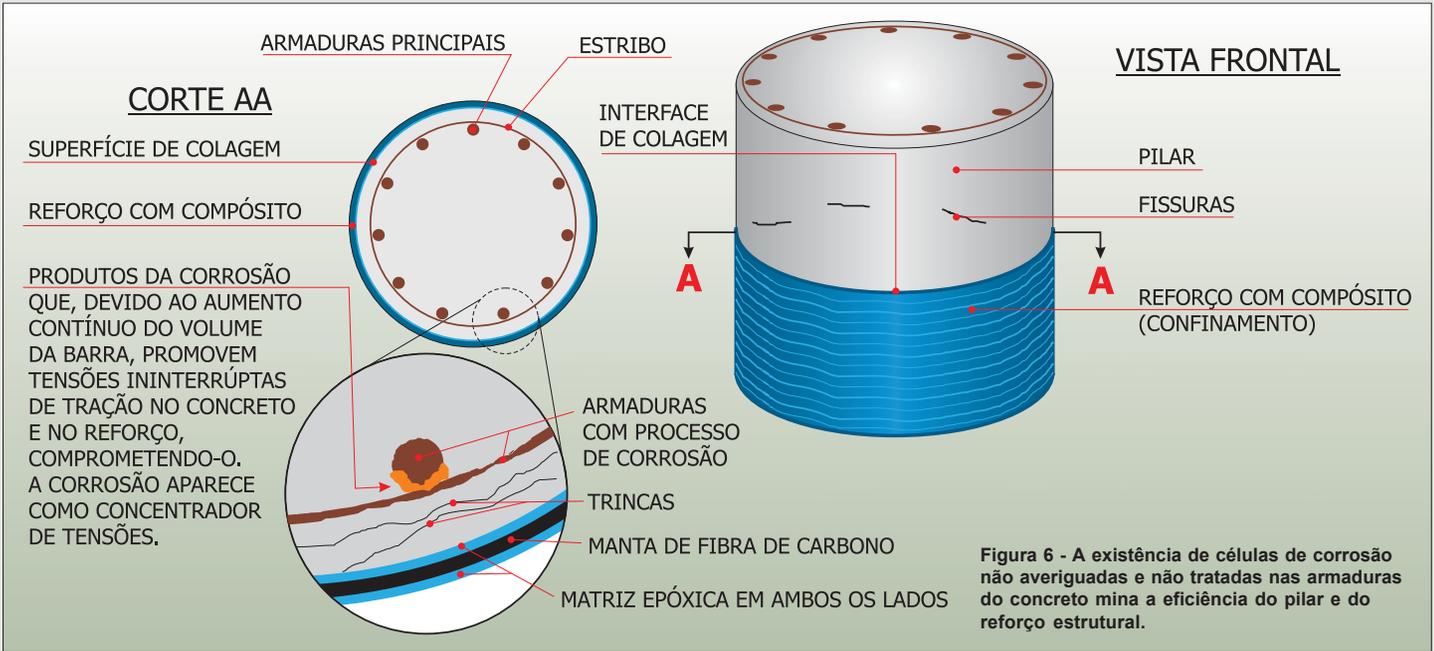
Manta de Fibra de Kevlar

### PRODUTOS MFC:

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

**MFC**

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



exemplo, um reforço por confinamento efetuado em um pilar exposto ao tempo, seja com fibra de carbono, Kevlar® ou aço metido em matriz epóxica. Evidentemente have-

rá um *top-coat* ou uma pintura à base de poliuretano, preferencialmente na cor branca, para proteger o epóxi da radiação ultravioleta e dissipar boa parte do calor impos-

to. Assim mesmo, poder-se-á especular sobre a cabeça quente a que ficará exposta a matriz epóxica, pondo à prova uma temperatura de transição vítrea (Tg) e a inevitá-

continua na pág. 26



# Instrumentação Geotécnica e Monitorização de Estruturas

- Instalação de Equipamentos de Instrumentação
- Leitura e Análises de dados
- Software para Análises e Tratamento de dados
- Sistemas de aquisição automática

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



# Problemas com pisos de concreto?

- Testes não destrutivos
- Investigação das condições
- Investigação do estado de ruína
- Avaliação estrutural
- Testes de materiais
- Laudos técnicos

**Instituto de Patologias da Construção**

Tele-atendimento (0XX21) 2494-4099  
 fax (0XX21) 2493-5553  
 produtos@recuperar.com.br  
 Fax consulta nº 17

## INSTRUMENTOS DE PRECISÃO?



pHmetros e Acessórios

Transmissão de Pressão

Termômetros e Termo-Higrômetros

Transmissores de %UR

Tele-atendimento (0XX21) 2493-6740  
 fax (0XX21) 2493-5553  
 produtos@recuperar.com.br  
 Fax consulta nº 18



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



DEMOX  
CIMENTO EXPANSIVO

DEMOX é um revolucionário cimento extremamente expansivo, ideal para corte de rochas e concreto. DEMOX age em função da dilatação de seu volume, exercendo nas paredes do furo força superior a 8.000t/m<sup>2</sup>, provocando fraturas no material. DEMOX é um produto altamente ecológico, pois além de não ser explosivo, não produz gases e resíduos nocivos.

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

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

- escavações de fundações
- correção de rochas para construção de

escavações de valas para posicionamento de dutos

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

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

**Use tecnologia. Use DEMOX.**

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

# BOMBA R25 e MISTURADOR R80



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

Tele-atendimento  
 (0XX21) 2493-6740  
 fax (0XX21) 2493-5553  
 produtos@recuperar.com.br  
 Fax consulta nº 20

## Abertura de trincas e fissuras no concreto. Um problema

O American Concrete Institute, através do seu giro 224-R-72 dá a dica sobre o assunto.

Condição da exposição	Abertura máxima tolerável (mm)
Ar relativamente seco	0,4
Sol e umidade	0,3
Ambiente industrial	0,2
Água do mar ou névoa salina	0,2
Estruturas hidráulicas	0,1

### GLOSSÁRIO

**Temperatura de transição vítrea (Tg)** – corresponde ao início do movimento da molécula. Pode ser obtida por calorimetria de varredura diferencial ASTM D-3418.

vel movimentação deste material, devido à ação térmica. Caso este mesmo pilar fique com parte da superfície do concreto exposta ao tempo poderá, por aí, absorver, de for-

ma cíclica, umidade para experimentar mudanças de volume pouco importantes. No entanto, esta mesma água, (contaminada ou não), na forma de vapor ou líquida, poderá chegar com frequência ao plano de colagem minando, sem dúvida, a zona do agrião do lado concreto. A existência de fissuras ou trincas, com certeza, piorarão, de forma exponencial, tal processo principalmente pelo fato da existência de um outro cômputo chamado aço, extremamente reativo e im-

pulsivo que aumentará, com certeza, o nível de tensões do pedaço.

### e-mail consulta nº 21



### RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

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

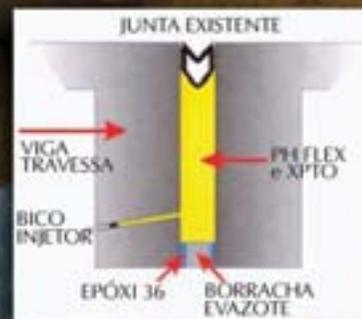
### REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.
- M.B. Neiman, and Others, The thermal degradation of some epoxy resins, J.P.S.
- R.W. Gaul and A.J. Apron, Epoxy adhesives in concrete, Adhesives Age.
- H.A. Perry, Adhesive Bonding of reinforced Plastics, McGraw-Hill.
- N.J. De Lollis, Structural Adhesives: characteristics and applications, Symposium on adhesives for structural applications, Picatinny Arsenal, J.P.S.
- K.F. Hahn, Lap-shear and creep-testing of metal-concrete adhesive bonds in Germany, ASTM. Symposium on adhesion and adhesives, San Francisco

# JUNTAS SEM VAZAMENTOS? BANDA E.V.A.

O tratamento com **BANDA E.V.A.** é feito por baixo, sem interferência com o fluxo de carros de cima, impedindo que a água que infiltra pelas juntas corroa armaduras e cabos de protensão. Pare de provocar engarrafamentos.

**BANDA E.V.A.** nas juntas.



**BANDA E.V.A.**  
Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta nº 22



# A NANOTECNOLOGIA CHEGA AO CONCRETO

**Paulo Afonso de Andrade**

Isso mesmo, nanoprodutos começam a chegar ao mercado da construção-recuperação na forma de nanoaditivos. Aliás, pense bem, era de se esperar. Compatibilizar baixos fatores água-cimento (A/C) com trabalhabilidade por longo período era um desejo antigo. Quem não sonhou em ter um concreto estrutural com pouca água de amassamento, slump controlado por longo tempo, alto ganho de resistência e, acima de tudo, segurança na formulação?

## O nanoaditivo

Produzido na Europa e já presente no Brasil, este nanoaditivo chamado NANOPLAST é

**O concreto, porta de entrada da construção e recuperação, é premiado com o primeiro nanoaditivo capaz de reduzir o fator A/C e manter sua trabalhabilidade por tempo prolongado.**



**Trabalhabilidade  
sem limite**

**NANOPLAST**

**Superplastificante com Química Perfeita**

Concretos com inigualável qualidade e segurança com a manutenção das propriedades em qualquer tempo e em qualquer lugar. Trabalhabilidade (slump) assegurada por longos períodos.

**NANOPLAST**  
**Garantia de Durabilidade**

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 32

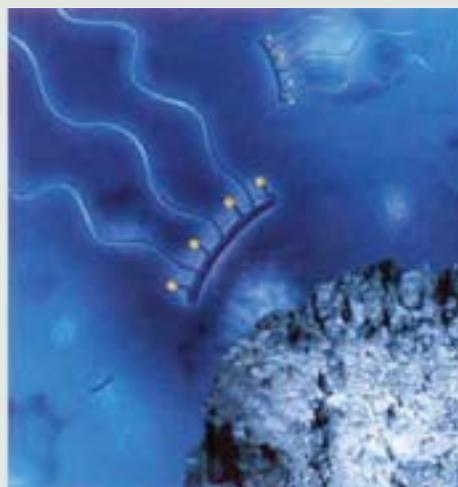


Figura 1 - Interações, em escala nano, entre substâncias químicas e partículas de cimento portland.



Figura 2 - Para aumentar a seção deste pilar necessitou-se de um concreto auto-adensável especial.



Figura 3 - Aumento, pelo sistema clássico, da seção dos pilares cilíndricos, utilizando-se concreto auto-adensável.

uma verdadeira inovação proveniente desta nova ciência chamada nanotecnologia. A pesquisa e a interação, agora em escala nanométrica, das partículas de cimento portland, seu processo de hidratação e o advento de nanopolímeros efetivamente estão dando um verdadeiro sacode no mais importante material da engenharia civil: o concreto de cimento portland.

O NANOPLAST é um superplastificante à base de novíssimos polímeros do éter policarboxílico, projetado em escala nano com total sinergia entre a geometria da molécula, suas cargas elétricas, a cadeia principal do polímero e sua ramificação com novos monômeros funcionais. Trata-se do resultado de décadas de conhecimentos no campo dos superplastificantes para o cimento portland e a interação com a nanotecnologia.

O principal aspecto dos novos monômeros funcionais, presentes na molécula do NA-

NOPLAST, é o total domínio sobre a velocidade de adsorção do polímero sem aquele conhecido efeito colateral da redução da água de amassamento. Agem como verdadeiros paraquedas, diminuindo a adsorção e, conseqüentemente, retendo a desejada trabalhabilidade da massa. Sua química, precisa, garante um baixo fator A/C (com dispersão inigualável), excelente trabalhabilidade (assim como duradoura) mesmo em nosso ambiente típico com temperaturas elevadas e para exigências de altas resistências iniciais.

### Caso de aplicação

Recentemente, no verão da Grécia, durante as preparações da cidade para receber as Olimpíadas, todo o anel viário de Atenas recebeu cerca de 3.500.000m<sup>3</sup> de concreto

### GLOSSÁRIO

**Aditivo** – outro material, além da água, agregados, cimento portland, armaduras e fibra sintética, usado como ingrediente do concreto imediatamente antes e após sua mistura.

**Fator água-cimento** – a relação entre a quantidade d'água (excluindo apenas aquela absorvida pelos agregados) e a quantidade de cimento presente no concreto, geralmente com resultado na forma decimal.

**Água de amassamento** – quantidade de água do concreto, composto pela água necessária à química da hidratação do portland e a que precisa-se para a trabalhabilidade da massa. Esta última evapora.

**Polímeros** – materiais com altíssimo peso molecular, formados a partir de pequenas moléculas submetidas a ligações covalentes que permitem a ligação entre elas. Polímeros podem ser feitos com apenas um tipo ou com diversos tipos de moléculas. As propriedades dos polímeros, sejam borrachas, plásticos, fibras ou adesivos são baseadas em seu alto peso molecular, grande tamanho de moléculas e a ligação entre estas cadeias individuais em uma forma volumosa. Cadeia ou rede de unidades repetidas combinadas quimicamente, formadas a partir de monômeros pela polimerização.

**Superplastificantes** – também chamados grandes redutores d'água, incrementam a trabalhabilidade do concreto com baixos fatores água-cimento, permitindo a obtenção de concretos de alta resistência auto-adensantes. A dosagem típica é de 1% em relação ao peso de cimento. Plastificantes comuns utilizam de 10% a 15%.

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

**Funcionalidade** – representa o número de regiões da molécula passíveis de reação.

**Adsorção** – consiste na concentração ou acúmulo de moléculas livres de um líquido, vapor ou gás em contato com a superfície de um sólido (adsorvente) poroso ou finamente dividido que depende exclusivamente da atividade superficial dessas substâncias. Não deve ser confundida com absorção, que põe em jogo a parte interna das partículas.

## Esgotos, Efluentes Industriais e Produtos Químicos Pesados?

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



**EPÓXI 28**

Tele-atendimento

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

produtos@recuperar.com.br

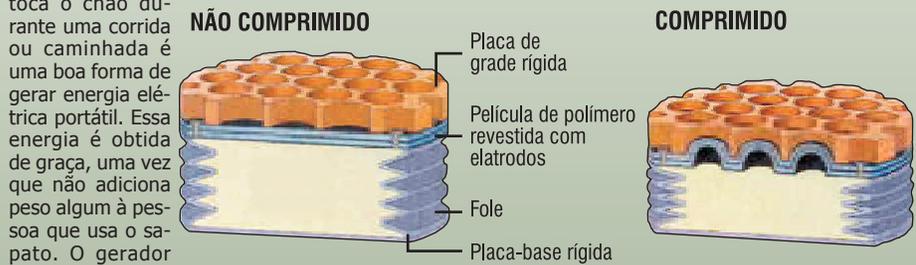
Fax consulta nº 33

## Outros nanoprodutos

### ELASTICIDADE ELÉTRICA A CADA PASSO

Elastômeros dielétricos são capazes de produzir energia elétrica. Em modo de geração, uma tensão é aplicada transversalmente ao elastômero dielétrico, que é deformado pela força externa. À medida que o formato do elastômero muda, a capacitância efetiva do dispositivo também se altera e, com a presença dos elementos eletrônicos apropriados, é gerada energia elétrica. A densidade de energia desses materiais quando usados como geradores é alta, o que significa que eles podem ser fabricados produzindo dispositivos mais leves do que com outras tecnologias. Os elastômeros dielétricos adaptam-se bem a aplicações nas quais energia elétrica tem de ser gerada a partir de movimentos relativamente amplos, como os produzidos por energia eólica, movimento de ondas e pela atividade humana. Capturar a energia de compressão da parte traseira (calcanhar) da sola de um sapato quando ela

de acionado pelos calcanhares combina a compressão do calcanhar à deformação de uma matriz de diafragma multicamadas. Com o avanço do desenvolvimento, espera-se que esses dispositivos sejam capazes de gerar cerca de 1watt em caminhadas normais. Uma unidade em cada sapato pode produzir energia suficiente para carregar um telefone celular, por exemplo. Um dispositivo desse tipo está sendo desenvolvido com o intuito de fornecer energia aos soldados em campanha. A tecnologia também tem usos civis.



# BEIJU

**Borracha hidrófila para impermeabilização de juntas de construção, juntas frias e juntas de tubulações.**

**Extrudados ou Elastoméricos em cartuchos**



Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 35

**Plantão Técnico**  
Quem quer respostas imediatas consulta RECUPERAR Online

## SUPER MEDIDORES?

SÉRIE MX  
Quando precisão é fundamental

**TERMÔMETRO INFRAVERMELHO COM MIRA LASER E FOTOGRAFIA**

**MONITOR DE CO**

**REGISTRADORES DE TEMPERATURA E UMIDADE**

Tele-atendimento  
Tel.: (0XX21) 2493-6862 • fax (0XX21) 2493-5553  
produtos@recuperar.com.br  
Fax consulta nº 34

Tabela 1: Dosagem do concreto utilizado	
Constituintes do concreto	Proporção
Cimento	420kg/m <sup>3</sup>
Brita 1	733kg/m <sup>3</sup>
Areia	1063kg/m <sup>3</sup>
Água (inicial)	172 litros/m <sup>3</sup>
Fator A/C	0,41
Água (total)	211 litros/m <sup>3</sup>
Fator A/C (final)	0,50
NANOPLAST (0.8%)	3,36 litros/m <sup>3</sup>

estrutural para a execução das obras de arte e ampliação de duas faixas nas existentes. A ampliação das faixas de rodagem nos viadutos e pontes exigiu inúmeras obras de reforço estrutural nestas estruturas. A seguir, apresentamos dados técnicos do concreto utilizado nas jaquetas do reforço de pilares e travessas, além das peças construídas.

### Vantagens do NANOPLAST

O uso deste revolucionário superplastificante traz enormes benefícios a concretistas, construtoras e empresas de engenharia, oferecendo entre outras vantagens:

- Produção de concretos com inigualável qualidade e logística
- Segurança na elaboração e na entrega de concretos de alta qualidade em qualquer tempo e em qualquer lugar.

Tabela 2: Performance do concreto	
Slump	(mm)
Inicial	270
30 minutos	260
Resistência à compressão (MPa)	
1º dia	8,5
7º dia	47,0
28º dia	58,0

- Garantia de fácil lançamento de um mesmo concreto, assegurando a especificação original, dosagem e entrega pela concretista, o que normalmente é difícil.
- Obtenção de concretos de alta qualidade, objetivando durabilidade até então difícil de ser garantida com os superplastificantes clássicos.

**e-mail consulta nº 36**



**RECUPERAR**

Para ter mais informações sobre Novas Tendências.

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

**REFERÊNCIAS**

- Paulo Afonso de Andrade é engº químico.

Existe uma maneira de interromper a

# Reatividade Alcali-Sílica

## SIM. HÁ.

- Estruturas existentes: **RENEW®** (LITHIUM FÓRMULA)
- Estruturas a serem executadas: **LIFETIME®** (LITHIUM FÓRMULA)

**RENEW® / LIFETIME®**

Tele-atendimento  
(0XX21) 2493-6862  
fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta nº 37

## Não aceite injeções como esta...



...gel de poliuretano com baixa viscosidade tem que ser **XPTO.**

Pare de ser enganado. 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) 2493-6862 • fax (0XX21) 2493-5553  
[produtos@recuperar.com.br](mailto:produtos@recuperar.com.br)  
Fax consulta nº 38

### 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
<b>Preço</b>	<b>R\$ 72,00/litro</b>
<b>Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.</b>	

### Este é o 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
<b>Preço</b>	<b>R\$ 66,00/litro</b>
<b>Obs.: Atende norma alemã (KTW) para contato com água potável.</b>	