

# Pisos epóxicos

Economia e praticidade na hora de mudar

Ana Carlota B. dos Santos

**D**iferentemente dos revestimentos tradicionais usados como pisos em grandes áreas e indústrias, os pisos a base de epóxi tem se mostrado cada vez mais preferidos pela economia, praticidade de aplicação e durabilidade.

Diante disto, apresentaremos informações mais profundas, acerca deste tipo de piso, além de outros que completam o leque de opções técnicas disponíveis.

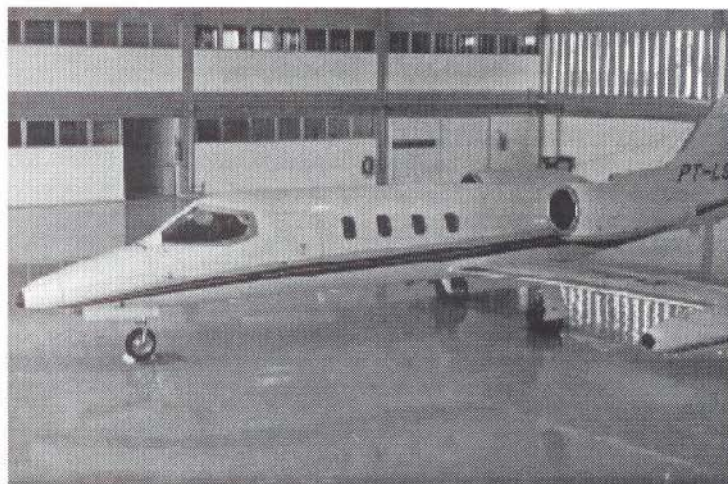
## Classificação dos Pisos

Os revestimentos para pisos são normalmente baseados nos seguintes produtos químicos:

- Epóxi
- Uretano - poliuretano
- Acrílico
- Vinilester
- Poliester



Normalmente são usados revestimentos epoxicos para proteger pisos industriais.



O piso deste hangar é um revestimento epóxico, que resiste bem a impactos, óleos e graxas.

Sem dúvida os pisos epóxicos são os mais usados, em função de sua performance e adaptação a quase todos os tipos de base.

Os uretanos são, depois dos epóxicos, os mais usados em função de sua versatilidade.

Os acrílicos, vinilesters e poliesteres são os menos usados. Sua resistência é muito menor que os epóxicos e uretanos.

**"O sucesso da vida do novo piso depende de uma perfeita preparação de sua base."**

## Identificação do material a ser usado

Por exemplo, um piso sujeito a tráfego pesado de empilhadeiras necessita uma boa resistência à abrasão. Pisos usados em frigoríficos terão que manter suas propriedades físicas a baixas temperaturas. Logo, é necessário identificar as propriedades que o material terá que ter

frente a utilização do piso. Com sua aplicação adequada, bem como o seu uso, pode-se garantir uma performance máxima do revestimento aplicado sobre o piso, com um mínimo de manutenção.

A seguir, apresentaremos quatro maneiras de analisar a necessidade de preparação de um piso e escolher o melhor revestimento.

### 1. Avaliar a superfície original do piso

Sem dúvida, o primeiro passo na escolha de um revestimento para piso é saber das condições em que se encontra a superfície original do piso. Há trincas, fissuras, deslocamentos, desníveis ou outros defeitos típicos de superfície? Poderá existir um revestimento antigo e sujo que fatalmente interferirá na aplicação do novo revestimento?

O sucesso da vida do novo piso dependerá de uma perfeita preparação de sua base. Normalmente usam-se meios mecânicos para o preparo da superfície que, invariavelmente, é de concreto. Logo, o desbaste e o nivelamento através de máquinas politrizes nos parece ser o mais tradicional, havendo a opção pelo jateamento de

areia para a limpeza da superfície do concreto. Basicamente, é necessário dar condições de aderência à superfície.

Para uma exigência mais rigorosa em que se questione a própria resistência do piso deverá se avaliar também o teor de cloretos. Diversos revestimentos epóxicos toleram um máximo de 2% de teor de sais, após o que terão a sua capacidade de colagem afetada. Deve-se dizer que 0,4% de teor de cloretos por peso de cimento é suficiente para iniciar um processo de corrosão nas armaduras do concreto. Caso haja comprometimento de uma determinada espessura da base, haverá de ser feita a sua remoção.

No mercado há empresas especializadas somente no preparo do piso, com equipamentos específicos. Veja os classificados.

## 2. Condições de uso do piso

O próximo passo na escolha do revestimento é determinar as condições de uso. A seguir, apresentamos os principais fatores que deverão ser considerados.

### ■ Exposição química

É necessário saber se o revestimento estará exposto a produtos químicos, quais serão eles e o grau de exposição. A norma ASTM D1308 tem três diferentes testes, bastante simples, para avaliar se o piso é adequado à exposição do produto químico. Podemos adiantar, a seguir, os revestimentos que normalmente são escolhidos pela sua resistência a produtos químicos.

- Epóxi-amina à dois componentes
- Epóxi poliamida
- Uretano à dois componentes

### ■ Resistência à abrasão

A quantidade e o tipo de tráfego que a superfície do piso recebe determina qual o grau de resistência à abrasão que o revestimento deverá ter. Normalmente, a resistência à abrasão é a propriedade mais importante que o revestimento poderá ter para ser considerado ideal.

A ASTM D4060 tem um teste bastante simples que consiste, em linhas gerais, no desbaste da amostra do revestimento, avaliando-se o peso perdido após o ensaio. Quanto menor o peso perdido, melhor será a sua resistência à abrasão.

Apresentamos a seguir os revestimentos que mais são escolhidos com a realização deste teste.

- Uretanos ou poliéster à dois componentes
- Epóxicos

### ■ Resistência à impactos

Pisos expostos a cargas pesadas e impactos diretos, necessitam de um revestimento mais espesso.

A ASTM G14 apresenta um teste em que se deixa cair um peso sobre uma amostra do revestimento, medindo-se o seu grau de fraturamento.

Apresentamos a seguir os revestimentos com os melhores resultados neste teste, consoante com uma espessura adequada de utilização.

- Uretanos à dois componentes

### ■ Resistência à temperaturas extremas

O coeficiente de dilatação e contração da maioria dos revestimentos é maior do que o do concreto.

Se o seu piso está sujeito a choques térmicos ou variações constantes de tem-

peratura é necessário procurar um revestimento com coeficiente de dilatação/ contração semelhante ou próximo ao da sua base.

Após analisar as condições de uso de cada piso, será interessante

classificá-los pela sua importância. No mercado existem empresas especializadas no fornecimento das resinas especificadas, assim como em sua aplicação. Veja os classificados.

## 3. Aspectos também importantes

Os aspectos a seguir apresentados também têm importância na escolha do piso.

### ■ Estético

Amostras do piso deverão ser fornecidas ao cliente já que o aspecto final poderá causar surpresas. Cor e textura são dados importantes, havendo grande variedade de pisos no mercado

### ■ Durabilidade

Todo tipo de revestimento para piso necessita de um mínimo de manutenção, de maneira a se obter uma máxima expectativa de vida.

## 4. Detalhamento técnico

Podemos classificar os revestimentos para pisos da seguinte maneira

- Espessura (fina, média ou grossa)
- Polímero (epóxico, poliuretano, poliéster, acrílico)
- Aparência (decorativa ou funcional)
- Finalidade (liso ou áspero)
- Resistência principal (química, abrasão...)

Revestimento que contenham 100% de teor de sólidos possuem o mais alto desempenho, sendo livres de solventes em sua composição.

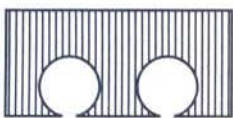
Mais informações, consulte nº 01.

## Referencias:

1. "Use of epoxy compounds with concrete". ACI Commitec 503.
2. ICRI (International Concrete Repair Institute).
3. Today Construction Magazine.
4. Normas ASTM.
5. Robert W. Gaul, Preparing Concrete Surfaces for Coatings, "Concrete International".

# RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURA

CONCRETO PROJETADO FURORS EM CONCRETO  
CHUMBAMENTO DE ARRANQUES



## TECCON

Tecnologia de concreto S/C Ltda.

Rua Agrestina, 25  
Rua Corumbá, 88

Tel (011)260-1811 São Paulo  
(016)633-3444 Ribeirão Preto

A primeira revista técnica especializada em recuperação. Anuncie **RECUPERAR** (021) 493-0758

## Reparo Superficial ou Tratamento Profundo

Enquanto um Tratamento superficial traz complicações e não resolve o seu problema de infiltração ou vazamentos em estruturas ou tubulações de concreto, resinas especiais de poliuretano atacam profundamente trincas ou pontos que tenham presença d'água inadequada.

Por ser atóxico, pode ser usado em sistemas de água potável.

Qualquer surgência de água ou esgoto, em qualquer lugar, é interrompida de forma definitiva, sem a necessidade de interrupção do sistema.

Conheça todas as novidades sobre o material e os equipamentos necessários para a sua aplicação através do manual que explora de maneira prática os detalhes das resinas e sua utilização.

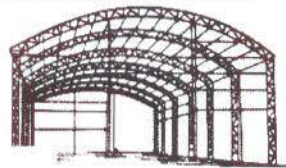
Este manual, que vem acompanhando de um vídeo de 12 minutos, pode ser encomendado à THOMASTEC Editora, pelo telefone (021)493-0758, e pelo fax (021)493-5553

**THOMASTEC**



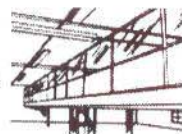
**METALÚRGICA MAGALHÃES  
COM. E INDÚSTRIA LTDA.**

**ESTRUTURAS  
METÁLICAS**



Projetos, recuperação e Construção industrial Estruturas Tipo Sheds, Tesouras, Arcos, Mezaninos, Monta-Cargas.

ESTRADA DO CONTORNO, 1750-B. JAPIIM MANAUS  
Fones (092)237-2401-237-2607  
Fax (092)237-7539



## Macacos colocam edifício em prumo

**P**rédio com cinco andares, situado em São Gonçalo, Rio de Janeiro, foi interditado pela Defesa Civil do Estado por apresentar 50 cm de tombamento para a frente da edificação e 17 cm de tombamento para uma das laterais. Os recalques se apresentavam de forma crescente.

A decisão de desalojar as casas vizinhas foi logo tomada e efetivada, assim como pensou-se em demolir o prédio, frente a grave e crescente cedência da edificação. Paralelamente, o construtor, mediante concorrência, contratou os serviços de uma empresa especializada em reforço estrutural, havendo unanimidade na aceitação da solução do problema oferecida pela mesma.

A edificação entrou em ruína pelo fato das estacas de fundação não terem sido cravadas na cota de 12 metros, que correspondia ao impenetrável na sondagem, e sim na cota de 6 metros. Com o prédio pronto começou o processo de recalque para frente e para o lado.

A solução da empresa de reforço estrutural constou, para início dos serviços, do escoramento imediato da edificação através de toras de eucalipto e o controle diário do recalque através de nível ótico digital.

Com 19 pilares na edificação, iniciou-se, então, a execução de duas estacas injetadas para cada pilar, lado a lado com a estaca original. Durante os trabalhos de refundação com estacas injetadas, pioraram ainda mais as condições do terreno de fundação ocasionando um aumento substancial no recalque da edificação, já que, pela natureza do terreno, o escoramento também afundava junto.

Finalmente, após a execução de 38 estacas injetadas, iniciou-se imediatamente a construção dos blocos de transição. Estes blocos, construídos em formato retangular e passando por baixo dos blocos originais, com dois tirantes de 1 1/4" em cada extremidade, permitiram através de macaqueamento hidráulico, com apoio nas estacas de refundação, o levantamento da edificação.

O detalhe mais importante de todo o serviço residiu no fato de 13 dos 19 pilares serem macaqueados ao mesmo tempo, através de bombas eletro-hidráulicas, uma em cada pilar, nivelando-se a parte da frente da edificação. Antes do levantamento foram ajustadas porcas nos tirantes para efetivar-se a segurança nos intervalos do macaqueamento de possíveis falhas hidráulicas e, por fim, para ajustagem final após o nivelamento da edificação. A seguir foi feita a elevação lateral da edificação através do macaqueamento simultâneo dos outros 6 pilares, aprumando-se a lateral do edifício. O serviço foi feito em duas etapas, a uma taxa de elevação de 5mm por minuto.

# Como detectar problemas em linhas de gasodutos e oleodutos

**U**ma empresa distribuidora de gás metano nos Estados Unidos usa com sucesso um novo equipamento para detectar água que infiltra em suas linhas de distribuição, além dos problemas corriqueiros de vazamentos em suas conexões e da própria corrosão no interior do gasoduto.

Especificamente, a infiltração de água em linhas de distribuição de gás metano é um problema rotineiro e de difícil resolução que exige, às vezes, anos para se resolver. O bombeamento, através de purgadores, de milhares de litros de água, era um problema diário para aquela empresa, exigindo para determinadas situações, a instalação de novo trecho de linha.

O custo da manutenção de várias equipes, equipamentos, veículos e estoque de materiais de construção era alto, além dos problemas de interrupção do tráfego nos locais supostamente com problemas.

Com o uso do novo sistema a companhia detectou em 30 minutos um vazamento que perturbava há anos.

O equipamento é composto por uma micro câmara de vídeo, com iluminação própria, conectada a extenso cabo, produzindo imagens em um receptor de vídeo.

A micro câmara, equipada com um aparato que posiciona a câmara no centro da tubulação, produz imagem nítida de toda a seção, instantaneamente, a medida que é introduzida. Os locais de introdução da câmara são as visitas situadas nas caixas de passagem ou através de furos que poderão ser executados, mesmo com a linha em funcionamento. Com isto, pode-se inspecionar toda a linha em curtíssimos períodos de tempo.

Os serviços, anteriormente, constavam da procura frenética das infiltrações e vazamentos, com a escavação aleatória de buracos ao longo da linha.

Com o uso do GASCAN, nome dado ao equipamento, a companhia, que possui 11.000 quilômetros de gasodutos, pôde também remanejar trechos que apresentavam sinais eminentes de ruína por corrosão.

O uso de câmaras de vídeo para inspeção de tubulações não é novidade. Outras companhias têm usado este mesmo sistema na detecção de problemas em tubulações de esgoto, águas pluviais e etc.

Só recentemente este equipamento evoluiu para ser usado em linhas de gás metano de forma segura, sendo considerado INTEIRAMENTE SEGURO (IS) pelo CÓDIGO NACIONAL DE

ELETRICIDADE (NEC) dos Estados Unidos.

A SEÇÃO 500-2 deste código diz "equipamento e fiação não deverão liberar energia elétrica ou térmica suficiente, sob condições normais ou anormais, de modo a causar ignição em atmosfera concentrada inflamável ou combustível".

O GASCAN é atualmente o único sistema de detecção de problemas em tubulações, gasodutos e oleodutos que atende ao padrão "IS" da "NEC".

Consulte nº 10

**Quem procura empresas de recuperação, acha empresas de recuperação.**

Anuncie  
**RECUPERAR**  
**(021) 493-0758**



*O gascan sendo introduzido em um gasoduto. Pode inspecionar cerca de 100 metros de gasodutos, oleodutos, e tubulações de esgoto, rapidamente, sem interrupção do serviço.*

# Chapa colada

O reforço estrutural limpo e econômico

Joaquim Correia Rodrigues

**T**rata-se de uma técnica eficaz para aumentar a resistência das peças estruturais de concreto armado, através da colagem de chapas de aço em suas faces inferiores com uso de epóxi.

As vantagens do uso da chapa colada, em relação aos métodos tradicionais de reforço por adição de pilares, uso de protensão e aumento da seção das peças são:

- Baixo custo
- Fácil manutenção
- Mínimo de transtorno
- Reforço da peça em uso

## ■ Não alteração do pé direito

Não será necessário, por exemplo, parar ou desviar o tráfego enquanto se reforça trechos de um viaduto. Desta maneira, as chapas de aço, coladas, aumentam a capacidade de carga móvel da estrutura. Para aumentar também a capacidade de carga permanente, basta distensionar a estrutura para aliviar as tensões da carga permanente durante sua instalação. No remanejamento das escoras, as chapas irão reforçar as tensões causadas pelas cargas móveis e permanentes. Além disto, as chapas coladas irão também limitar a abertura das trincas e fissuras já existentes, além da formação de novas trincas para cargas maiores.

**"Chapas coladas se tornam partes integrantes das peças reforçadas, suportando tensões iguais às de um reforço convencional"**

Peças que tenham sofrido sobrecargas excessivas, afetadas por corrosão, com deficiências de projeto, erros de execução ou finalmente com mudanças de sua utilização, são os casos comuns para o uso desta técnica, que incorpora um aumento na capacidade de carga da estrutura.

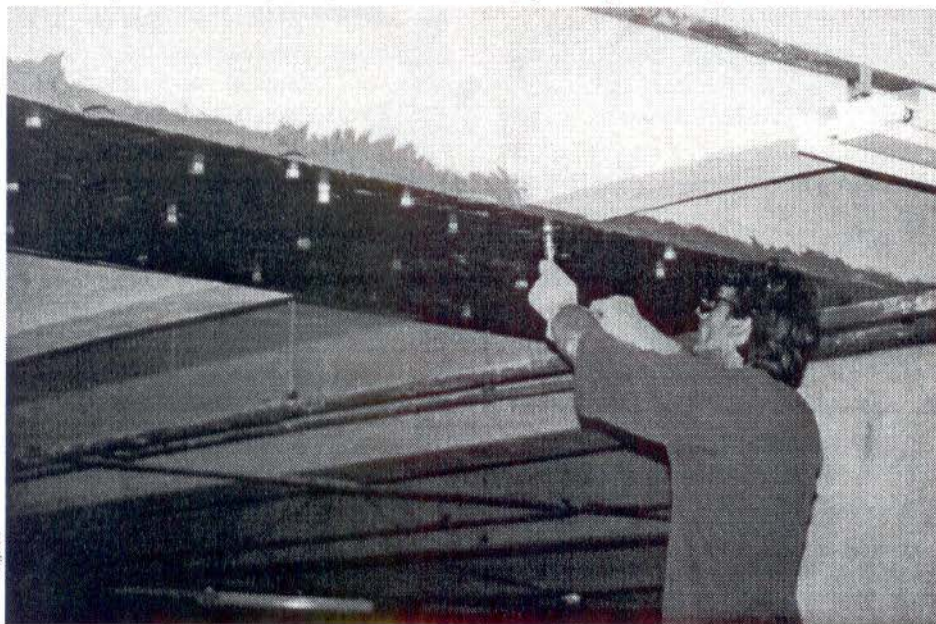
Chapas coladas se tornam partes integrantes das peças reforçadas, suportando tensões iguais as de um reforço convencional com armaduras. Há um aumento aproximado de 40% na resistência à flexão, assim como melhora a sua performance ao fissuramento. O adesivo epóxi, segundo elemento do sistema, cumpre duas funções: Adere as chapas de aço à superfície do concreto, e transfere as tensões do concreto para as chapas de aço, tornando o sistema monobloco.

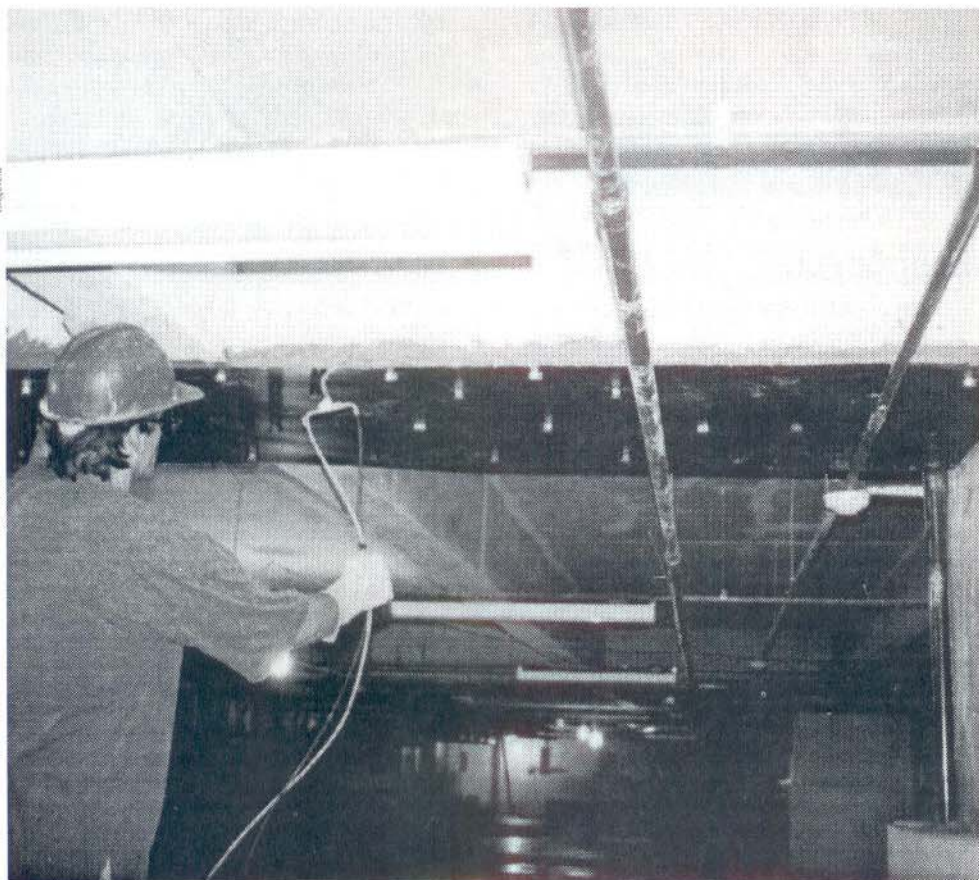
## Requisitos para as chapas de aço

Normalmente usam-se chapas de aço que tenham de 3 a 6 mm de espessura. Chapas mais grossas não são flexíveis para se adaptarem às irregularidades da superfície do concreto. Por outro lado, chapas muito finas são problemáticas pois empenam e dificultam a sua colocação.

O coeficiente largura/espessura da chapa deverá estar entre 50 e 60. Coeficientes iguais ou menores que 40 poderão causar tensões excessivas na região de

*Chapa colada sendo cuidadosamente aparafusada.  
Observe que foram deixados injetores para o trabalho de injeção na região de colagem.*





Serviços de injeção para colmatação de possíveis vazios entre a chapa e o concreto.

colagem, resultando no levantamento das extremidades das chapas. O coeficiente largura/espessura ideal limita as tensões na região de colagem de modo que, se o sistema ceder, o fará por escoamento da chapa e não por ruptura da colagem. A ruptura por flexionamento e/ou cisalhamento geralmente ocorrerá muito antes da chapa/adeseivo atingir níveis críticos de tensão.

Surgirão dificuldades na instalação da chapa se a superfície do concreto for muito irregular ou a própria chapa, para este caso, não for suficientemente flexível para adaptar-se à mesma. Para este caso, usam-se duas chapas sobrepostas mais finas e mais flexíveis (1,5 mm e 3 mm) para resolver-se este problema. A segunda chapa deverá ser colada à primeira da mesma maneira que se fixou a primeira.

Os lugares das chapas deverão ser os mesmos, se possível, evitando juntas, pois o uso de soldas de topo ou chapas intermediárias coladas poderão dar problemas, já que a soldagem derreterá o adesivo na área de colagem e as chapas intermediárias mudarão a rigidez do reforço na região da junta.

Para termos certeza da espessura uniforme de colagem, será interessante a fixação de "biscoitos" espaçadores na própria chapa.

Espessuras de colagem situadas entre 1,5 mm e 3,5 mm são ideais, já que aí, evita-se possíveis deformações do adesivo, através da criação de grandes tensões de transferência entre a chapa e o concreto.

### A escolha do adesivo

Deverá se usar um epóxi, de dois componentes, que atenda a classificação ASTM C 881 IV tipo. Esta norma também classifica a resina epóxi a ser aplicada, no que tange a viscosidade e a consistência (Graus I, II e III).

Deverá ser feita a seleção da resina epóxi de acordo com as condições ambientais e a temperatura da superfície do concreto a ser reforçado, pois a vida útil da mistura e as curas inicial e final estarão em jogo. Entendamos que vida útil (Pot Life) é o tempo de uso da mistura.

Para a seleção da viscosidade da resina identifica-se três graus conforme a ASTM C 881.

■ Grau I - Baixa viscosidade

■ Grau II - Média viscosidade  
 ■ Grau III - Consistência indeformável.

O material de colagem propriamente dito requer uma resina de Grau III, com uma consistência parecida ao de uma pasta, enquanto a injeção, quando de baixa pressão, requer uma resina de Grau I.

A colagem consiste em se espalhar, com uso de espátula, o adesivo nas superfícies do concreto e da chapa e pressioná-la contra o concreto. A espessura de aplicação deverá estar entre 5 mm e 10 mm para considerar-se as irregularidades na superfície do concreto. Dentro do tempo de uso da mistura, posicione e pressione a chapa contra o concreto usando parafusos pré-fixados, com rosca, de modo que o excesso de adesivo será expelido ao longo das extremidades. Deverá tomar-se cuidado para não se apertar as porcas demasiadamente além do já mencionado, de maneira a não se criar tensões nas chapas.

Se o tempo de espera entre a aplicação da mistura e o posicionamento da chapa exceder o tempo de uso da mesma, o endurecedor poderá reagir com a umidade e o dióxido de carbono da atmosfera de modo a prejudicar a colagem, causando reduções significantes na sua resistência.

Antecipadamente, deverá se planejar a mistura e executar-se com cuidado a seqüência das operações para assegurar que o adesivo e o endurecedor podem ser misturados e aplicados e que as chapas possam ser instaladas dentro do tempo admissível (normalmente 30 min.).

Os trabalhos finais importam na injeção de resina epóxi de baixa viscosidade, através dos purgadores instalados nas regiões laterais, previamente vedadas, durante o arremate do excesso de resina pelo aparafusamento das porcas. A injeção propriamente dita só poderá ser feita após o tempo de cura final do epóxi de colagem, respeitando-se uma determinada pressão para não comprometer a colagem das chapas. A injeção deverá ser contínua, sem interrupção, de modo a assegurar o perfeito enchimento do espaço entre a chapa e o concreto.

O uso de injeção, como trabalho

*Quando Recuperar  
é Preciso ...*



**CERÂMICA SÃO CAETANO**

*Qualidade em Revestimentos Cerâmicos*

▶ SÃO PAULO - Tel: (011) 813-9466 / Fax (011) 813-9928 ▶ RIO DE JANEIRO - Tel: (021) 275-1045 / Fax (021) 275-1466  
▶ BELO HORIZONTE - Tel: (031) 201-4877 / Fax (031) 201-4481 ▶ RECIFE - Tel: (081) 325-0034 / Fax (081) 326-4158

complementar, em reforços de chapa colada com parafusos de espera, está se tornando uma solução definitiva para os problemas pertinentes a este tipo de reforço. Primeiro, porque elimina a dúvida do enchimento incompleto após a prensagem da chapa com a suspeita de retenção de bolhas de ar. Segundo, porque não temos que manusear chapas pesadas com epóxi fresco e

temperatura ambiente e as temperaturas do adesivo e da superfície de contato. Por que isto? Porque, por exemplo, em Manaus, com a temperatura ambiente e a umidade local poderá produzir-se perdas do material e até do serviço.

A título de curiosidade, os tempos de cura podem ser dobrados ou reduzidos à

completar os trabalhos com a preocupação do Pot Life. Terceiro, porque elimina a velha e grande preocupação do paliteiro de escoramentos.

Para otimizar ainda mais esta nova forma de reforçar, deverá se controlar a

metade para cada 18° graus de diminuição ou de aumento na temperatura do adesivo.

### **Parafusos de Fixação**

Os parafusos de espera, pré-fixados, sustentam o peso das chapas, contribuem para a sua ancoragem e interferem diretamente na resistência do sistema como um todo.

Na prática, as tensões superficiais que ocorrem nas extremidades das chapas, descolando-as, é resolvida pelos parafusos de fixação.

Deve-se dizer no entanto que, normalmente, projetos de reforço por chapa colada não incluem os parafusos de fixação e muito menos os trabalhos complementares de injeção.

### **Preparação das superfícies**

Como sempre, as superfícies a serem coladas, do concreto e das chapas, deverão estar absolutamente limpas e sem defeitos.



# CONTEC

Construções e Revestimentos Ltda

**Agora Mais Perto de Você**

**ENGECONTEC** - Engenharia, Construção e Tecnologia Ltda  
Recuperação a nível Nacional  
Fone (011) 869-3147

**POLICONTEC** - Restauração e Revestimentos Ltda  
Tratamento do Concreto Aparente - SP e Região Sul  
Fone (011) 858-4264

**CONTEC BARRA CONSTRUÇÃO Ltda**  
Recuperação de Estruturas e tratamento do Concreto Aparente  
Fone (021) 220-5574 • Fax (021) 262-9850

Checar o teor de cloretos na superfície do concreto, junto às armaduras, é relativamente simples, além de indicar se o valor limite foi alcançado. Nesta situação o aço começará a oxidar, podendo comprometer todo o serviço de reforço a ser realizado.

Trincas porventura existentes, maiores que 0,3 mm deverão ser injetadas pelo processo tradicional, antes do reforço.

Normalmente usa-se o micro jateamento de areia para a limpeza das superfícies das chapas e do concreto, removendo a película contaminada e a nata superficial do concreto.

Antes da colagem, a superfície do concreto deverá estar livre de poeira e absolutamente seca. O conteúdo de umidade na superfície deverá ser menor que 4 %. Para tanto, deverá se medir o conteúdo de umidade com um medidor ou, de forma prática, prenda um plástico transparente (filme de polietileno) à superfície do concreto e observe a condensação. Esta prática deverá ser observada por um tempo igual ao da cura final do adesivo. Se a condensação não ocorrer, a umidade da superfície não deverá interferir no processo de colagem.

A chapa, após o jateamento de areia, deverá estar livre de poeira. A limpeza de sua superfície poderá ser testada com a aplicação de água destilada com um conta-gotas. Se a superfície estiver limpa a gota d'água irá se espalhar formando um filme. Caso contrário permanecerá em forma de hemisfério.

Achamos ser importante, após a limpeza, a aplicação de um primer epóxico na chapa, que poderá ser uma resina do Grau I, considerando-se dois aspectos: proteger imediatamente a chapa contra oxidação e servir de base aderente ao adesivo principal, mais consistente. Duvidas? Consulte nº 02.

#### Referencias

1. R. N. Swamy and R. Jones, "Plate Bonding

Technology - The Painless Technique of Structural Rehabilitations," *Evaluation and Rehabilitation of Concrete Structures and Innovations in Design*, Proceedings ACI International Conference Hong Kong, 1991, SP 128, Vol II, American Concrete Institute (ACI), Detroit.

2. G.C. Mays and A.R. Gutchinson. "Adhesives in Civil Engineering," 1992, Cambridge University Press, New York.
3. Robert W. Gaul, "Adesive Bonded Plate Reinforcement of Concrete Structures," 1993, Construction Polymer Technologies Inc., San Carlos, Calif.
4. Concrete Repair Magazine
5. Robert W. Gaul, "Preparing Concrete Surfaces for Coatings," *Concrete International*, Vol. 06, Nº 7, 1984, ACI.
6. ASTM C 881-87, "Standard Specifications for Epoxy-Resin-Base Systems for Concrete," 1987, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
7. ACI 503R-89, "Use of Epoxy Compounds with Concrete," ACI.

# RIOGEO

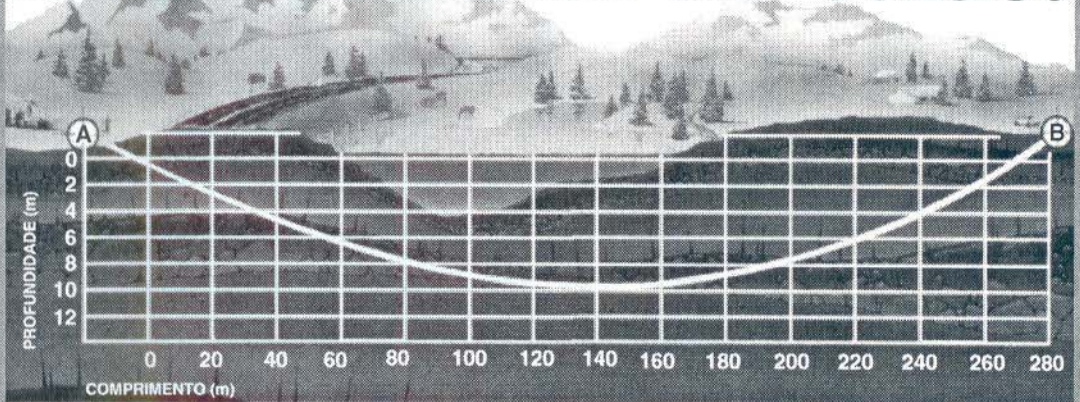
ENGENHARIA LTDA.

- Estabilização de Talude
- Estacas Raiz e Reforço de Fundações
- Reforço e Recuperação de Estruturas
- Drenos sub-horizontais profundos
- Injeção de Cimento
- Desmonte à frio e a fogo
- Investigações Geotécnicas



RUA ANTUNES MACIEL 25  
3º AND.- Rio de Janeiro  
TEL (021) 580-5121  
FAX (021) 589-5113

## Perfuração Direcional Sem Abertura de Valas.



A forma mais econômica de você ir do ponto A ao ponto B é através do sistema tele dirigido TRACTO TECHNIK

**GRUNDOMAT • GRUNDORAM • GRUNDOJET • GRUNDODRILL**

**Instalação Subterrânea de Tubulações  
e Cabos de 45 mm a 2.000 mm**



VENDAS E ASSISTÊNCIA TÉCNICA  
**SONDEQ**

Tel.:(011)4242688

Fax:(011)424-2432



# A corrosão no concreto armado

Diagnóstico e recuperação do processo de corrosão nas armaduras do concreto

Roberto Dias Duarte

**Q**uando o processo corrosivo nas armaduras do concreto está adiantado, aparecem tensões que empurram a camada de recobrimento do concreto, pelo aumento da seção das armaduras, provocando o estufamento daquela camada.

Na maioria dos casos a situação é localizada, não comprometendo toda a peça estrutural. Para esta situação deverá ser feita a recuperação, de maneira apropriada, de forma a estancar aquele processo.

No entanto, muitas recuperações deste tipo são mal feitas, atestando-se a ausência de critérios exigidos para tal serviço, fazendo com que o processo corrosivo, agora mascarado, progrida, comprometendo cada vez mais a peça estrutural.

## Definindo os Limites da Recuperação

Todo concreto comprometido deverá ser removido, ficando os limites da área danificada perfeitamente definidos. As extremidades limites de corte serão estabelecidas pela ausência de corrosão nas armaduras.

Os materiais de recuperação deverão ser especializados levando-se em consideração os seguintes fatores:

- Profundidade da recuperação;

*Pilar com graves problemas de corrosão em suas armaduras. Apresentou 0,60% de teor de cloretos a 1, 2 e 3 Cm de profundidade, significando que o corte do concreto contaminado será além da 2ª camada de armaduras.*



Recuperação Estrutural

Reforço de Fundação

Injeção Epóxica

Restaurações Industriais e Residenciais



**ENGEPREM - Engenharia de Prémoldados Ltda.**

Avenida Paulino Braga, 829 - Bairro Aparecida  
CEP 14.670 - JABOTICABAL - SP  
Telefone: (0163) 22-2125 Fax (0163) 232011

## Material de Recuperação

- A temperatura local e a da superfície do concreto;
- Consistência desejada do material;
- Exposição da recuperação a produtos químicos;
- Compatibilidade do concreto original com o material de recuperação;
- Se possível, o conhecimento da resistência e outras características do concreto original.

Entre outros, os materiais de recuperação poderão ser:

### Concreto Normal de Cimento Portland

Quando a recuperação puder ser protegida por sete dias, usar o cimento padrão PORTLAND. Para reduzir o tempo de cura e proteção poderá se usar concreto de ação acelerada. De um modo geral, recuperação com profundidade superior a 10 cm, deverá ser feita com uso de vibrador, adequando-se o tipo de agulha à situação. A proporção água/cimento não deverá exceder a 0,45.

O ACI 546 "Recuperação de pontes" recomenda usar um agente aderente entre o concreto original e a recuperação a ser feita. Este agente poderá ser a própria argamassa do concreto (ausência apenas do agregado graúdo), uma argamassa com látex ou um adesivo epóxico.

### Concreto Normal com uso de Látex

O concreto látex é preparado adicionando-se um líquido tipo Acetato de Polivinil (pva), acrílico ou de látex estirenobutadieno ao concreto padrão. O pva não deverá ser usado em recu-

perações estruturais ou expostas ao tempo. De um modo geral para um metro cúbico de concreto látex haverá um consumo de 300 Kg de cimento, 45 Kg de látex sólido (15% sobre o peso do cimento) e um fator água/cimento igual a 0,35.

### Concreto Normal com uso de Sílica

A sílica, microsíllica ou sílica-fume é um material pozzolânico extremamente eficaz que reage com os produtos de hidratação do cimento, tornando a permeabilidade da mistura final significativamente reduzida. Um metro cúbico de concreto padrão poderá usar 300 Kg de cimento, 20 a 30 Kg de sílica (7 a 10% sobre o peso do cimento) e fatores água / cimento maiores que 0,40.

Como a sílica forma uma mistura muito consistente, um plastificante deverá ser adicionado para tornar viável a operação do concreto. Teores maiores que 10% de sílica no concreto deverão ser acompanhados de processo de cura eficaz.

### Concreto Epóxico

O epóxi é composto por uma resina e um endurecedor que são misturados a agregadores para obtenção de uma argamassa ou concreto. A mistura de epóxi aos agregadores tradicionais do concreto dará uma recuperação de excelente aderência à superfície de trabalho, além de alta resistência. Seu uso é indicado particularmente para fazer frente a ataques químicos. O uso de concreto epóxico é pouco difundido em nosso mercado. No entanto, existem argamassas especiais para todas as situações de uso. As argamassas epóxicas geralmente são formadas de 4 a 7 partes de areia pura para uma parte de epóxi, em peso. A areia deverá conter menos que 4% de umidade, devendo ser passada numa peneira nº 200 (malha extremamente fina). Para recuperação maior e mais profunda deverá ser acrescentado pedrisco ou brita mais graúda.



Corrosão Estrutural em tanque de indústria química

Os cortes deverão ser perpendiculares à superfície e a profundidade do corte será cerca de 1 cm além da região das armaduras comprometidas.

A forma da região cortada é importante, pois que mudanças abruptas na largura e profundidade podem provocar fissuras no material de enchimento. O corte deverá ter um formato quadrado ou retangular.

### Corte do Concreto

Pode ser manual, por intermédio de marreta e ponteiro. No entanto, para grandes extensões, rompedores rebarbadores pneumáticos pequenos são bastante eficientes, não afetando as camadas mais internas da peça estrutural. É importante que se diga que rompedores pneumáticos pesados comprometem, sem dúvida alguma, a estrutura, criando fissuras e até fraturas. É prudente limitar-se o peso dos martelões a um máximo de 7 kilos. Para estruturas bem danificadas poderá haver a necessidade de, antes do corte do concreto, proceder-se primeiro o escoramento e a seguir um planejamento de como executar a operação. Nesta situação um engenheiro calculista, especializado em recuperação, deverá participar.

### Serviços de Limpeza

Normalmente usa-se o jato de areia para situações de maior extensão. Para situações menores o micro-jato de areia deverá ser aplicado. A utilização de escovas de aço

normais não é recomendada, pois não são eficazes na limpeza da corrosão, principalmente nos lados internos das armaduras.

Após os trabalhos de limpeza é feita a análise da perda de seção das armaduras em função da corrosão. Perdas maiores que 10 % serão motivo de reforço. Para as situações em que houver espaço, o reforço deverá ser adicionado seguindo-se os valores normativos de traspasse.

Para situações menores ou muito localizadas o reforço poderá ser feito usando-se solda. Em diversas situações há a necessidade de proceder-se a ancoragem das armaduras, tanto as longitudinais quanto os estribos. Para tanto usam-se furadeiras especiais e adesivo epóxico para executar-se a ancoragem. Pistolas fincapinos também são usadas.

A limpeza do concreto é feita paralelamente com a limpeza das armaduras, através do jateamento de areia. Deverá se tomar cuidado com a contaminação do ar comprimido com óleo, pois comprometerá a limpeza das superfícies e a recuperação. Para isto, basta tamparmos a boca do jato com um pano seco e abrir um pouco do ar, verificando-se a presença de óleo. Mais informações, consulte nº 03.

Você encontra uma verdadeira assessoria técnica ao seu problema, em sua construção

Assine  
**RECUPERAR**  
(021) 493-0758

**Proteção Catódica  
na Prática?**

Não Perca  
**Recuperar nº 2**

**THOMASTEC**

### Referencias:

1. Bernard Jacquinot "Construction Combating Corrosion in Both New and Existing Parking Garage".
2. Guide for the use of polymers in concrete. ACI Jornal.
3. "Concrete Repair Magazine".

**JÁ QUE O ASSUNTO É RECUPERAR,  
A CONCREJATO TEM QUE ESTAR PRESENTE.**

**CONCREJATO**  
SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S/A

**QUALIDADE COM GARANTIA EM RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS.**

- Reforço e recuperação estrutural • Restauração Predial
- Manutenção Industrial • Manutenção Predial

umã

# O concreto com microsíllica

Fabricação, lançamento e cura

Roberto Dias Duarte

A microsíllica ou sílica-fume é o mais novo aditivo para ser usado no concreto. Trata-se de um pó extremamente fino - cerca de 100 vezes mais fino que o cimento Portland. De forma esférica e cor acinzentada, preenche os vazios na matriz do cimento hidratado, aumentando a densidade do concreto. Em se tratando de uma pozolana altamente reativa, combina facilmente com o hidróxido de cálcio, um bi-produto da hidratação do cimento, para formar um gel adicional.

Como pozolana, a microsíllica encaixa-se na história antiga. Gregos e Romanos já fabricavam cimentos com pó pozolânico das cinzas vulcânicas.

A microsíllica encontrada no mercado em forma de pó ou pasta líquida, contém 85 a 98% de dióxido de silício amorfo, com diâmetro médio de 0,10 à 0,15  $\mu\text{m}$ , equivalente às partículas da fumaça de um cigarro, reagindo mais rápido que qualquer pozolana comum. Em forma de pó, sua densidade aparente é de 150 a 300  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

A microsíllica usada como aditivo no concreto traz os seguintes benefícios:

- Aumento nas resistências de compressão, flexão e tração em

todas as idades.

- Redução substancial da permeabilidade à água e a cloretos.
- Aumento sistemático da resistência a ataques químicos.
- Aumento da resistência à abrasão e erosão.

O uso da microsíllica não está limitado apenas a construções. Pelo fato de apresentar performance excelente em condições difíceis de exposição, o concreto com microsíllica está cada vez mais recomendado para serviços de recuperação e reforços estruturais.

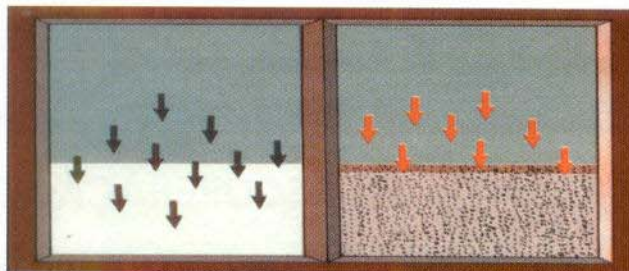
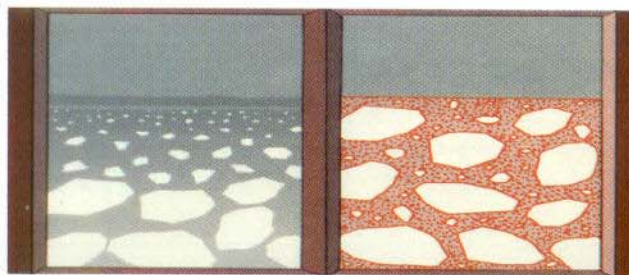
Há estudos da inclusão de microsíllica em concreto para obtenção de resistências superiores a 1400  $\text{kg}/\text{cm}^2$ . No entanto, apenas 15% dos concretos com microsíllica são usados em estruturas em que se necessita aumento de resistência. No geral, o seu uso é para a prevenção da corrosão das armaduras do concreto, formando uma barreira contra a água e sais.

## A necessidade do uso do plastificante

O uso da microsíllica num determinado concreto, faz aumentar a necessidade de mais água para obter a trabalhabilidade requerida. No entanto, a adição de mais água aumentará o fator água/cimento, diminuindo a resistência e aumentando a permeabilidade do concreto. Logo, o uso de um plastificante ou super plastificante costuma ser usado de maneira a obter-se o slump desejado sem a inclusão de mais água.

## O concreto convencional e o com microsíllica

Para concretos convencionais normalmente trabalha-se com slumps na faixa de 7 a 12 centímetros. Os mesmos concretos com microsíllica devem ser feitos com slumps mais altos que os convencionais, na faixa de 12 a 15 centímetros de abatimento no slump



*A microsíllica ajuda na aderência da pasta aos agregados e à armadura, interferindo diretamente na durabilidade do concreto; reduz a exsudação e torna o concreto mais impermeável a ataques químicos.*

teste. O uso do super plastificante faz aumentar o slump, tornando a mistura ótima de se trabalhar, sem interferir no fator água/cimento. O produto final é um concreto diferente, absolutamente coeso, aparentemente duro mas na verdade fácil de se trabalhar. Em outras palavras, um concreto com slump 10cm poderá aparentar um de 5cm.

Na obra, é preciso ficar atento às particularidades deste tipo de concreto. Poderá acontecer que o concreto final de um lançamento possa estar mais duro que no início, aí haverá de se ter um controle para não se permitir a adição de água para melhorar a sua trabalhabilidade. Uma boa programação das condições do tempo, duração de lançamento e outras dificuldades poderão exigir um acréscimo adicional no slump. A particular coesão deste concreto ao ser lançado, poderá dar a impressão, à turma de concretagem, que não é necessário vibrá-lo, no entanto, toda a rotina normal de compactação para a eliminação do ar contido na mistura deverá ser cumprida.

A exsudação, aquela película de água que se forma na superfície dos concretos convencionais, com a inclusão da microsíllica, estará praticamente eliminada, assim como a segregação dos agregados em relação a pasta devido a particular coesão da mistura.

Com certeza, as maiores críticas contra o concreto com microsíllica estão nos trabalhos finais de acabamento e cura.

A cura deverá ser antecipada e cuidadosa, evitando-se a todo custo a perda d'água da superfície do concreto lançado. Antecipada em relação ao início de pega, evitar-se-á as fissuras por retração plástica causada pela secagem rápida da superfície. Desta forma, para o processo de cura, sugere-se a reposição de umidade sobre a superfície ou preveni-la de evaporação. Sprays à base de água do tipo fog ou que retenham a umidade em forma de filme deverão obrigatoriamente ser usados.

### O lançamento através de concreto projetado

Em diversos países, há anos, a microsíllica acompanha os serviços de concreto projetado. Basicamente, pelas características já relatadas, há uma melhora substancial em seu lançamento que é a maior aderência, havendo como consequência os seguintes benefícios:

- Redução do rebound.
- Aplicação de camadas mais espessas de uma só vez, podendo se obter até 20 cm.
- Conseqüente economia no uso de aceleradores.
- No sistema via úmida o bombeamento até o canhão é facilitado.
- Maiores resistências à compressão.

**Técnicas e produtos de recuperação do mundo inteiro você encontra aqui**

Assine  
**RECUPERAR**  
(021) 493-0758

## Microsíllica

sinônimo de concreto de alto desempenho

Economia proporcionada pelas altas resistências mecânicas, possibilidade de desformas mais rápidas pela alta resistência inicial. Maior durabilidade do concreto sujeito ao ataque de atmosfera industrial, agressiva ou ambiente marítimo.

Apresenta excelente aderência ao concreto antigo sendo um material altamente recomendado para reparos. Sensível redução nas perdas por reflexão em concreto projetado.



Microsilica Ltda.

Rua dos Botocudos, 100 - Diadema - São Paulo - CEP 09980  
Telefone: (011) 456-7900 - Telefax: (011) 456-7413

# Restauração Predial

*Concreto Projetado*

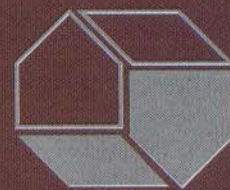
*Tratamento do Concreto Aparente*

*Serviços de Injeção com Poliuretano e Epóxi*

*Restauração Predial*

*Reforços Estruturais e de fundações*

*Testes com Equipamentos*



**EDIFICARE**

RUA HOFFMANN, 420 - PORTO ALEGRE-RS FONES: (051) 346-1449 346-1087 FAX: (051) 346-1449

## O concreto feito com microsilica na obra

Na obra deverá haver um tecnologista de concreto para orientar na realização deste concreto, que deverá ter um controle rigoroso.

A microsilica deverá ser dosada na proporção de 7 a 15% do peso do cimento. Para auxílio e melhora do desempenho deverá ser adicionado um aditivo plastificante ou superplastificante na proporção recomendada pelo fabricante.

Como medida prática, sugere-se fazer uma mistura com a microsilica, o aditivo plastificante e a água, em separado. Para o cálculo do fator água/cimento, esta água deverá ser descontada. Esta solução deverá ser lançada na betoneira após a colocação dos demais componentes do concreto, seguindo as regras usuais.

Finalmente, deverá haver uma mistura mecânica intensa de modo a homogeneizar-se bem todos os componentes.

## Referências:

1. Jack Guthrie. Concrete Repair Magazine.
2. Elkem Microsilica Technology.



### OLEODUTOS E GASODUTOS SEM PROBLEMAS

- ➔ **Inteiramente seguro**  
Pode ser utilizado em gasodutos/oleodutos sem interrupção dos serviços.
- ➔ **Fácil introdução**  
Introduzido em furos de 3 cm de diâmetro, sem maiores exigências de adaptação ou através de caixas de passagem.
- ➔ **Portátil**  
Disponível em maleta de aço inox para proteção de todo o equipamento, com fácil transporte.

Consulte nº 04

## ConcrEpoxi

10  
anos

### Recuperação e Reforço de Estruturas

- Concreto Projetado e Resinas Epóxicas
- Reforços de Fundações - Microestacas
- Jato de areia
- Assessoria de Obras
- Projetos de Reforços Estruturais
- Prova de Carga, em Lages, Vigas, Pilares, Estacas e Fundações
- Atriantamento e Contensões
- Songagens Rotativas e Perfurações em Concretos e Rochas
- Impermeabilizações

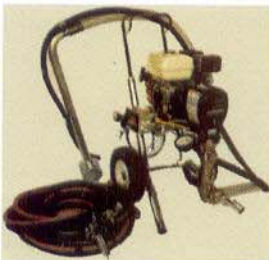
Av. João de Barros, 903 - Boa Vista  
50100-020 - Recife-PE - Telex 081-1603  
Fone (081) 222-5501 - Fax (081) 231-6288



### TEXSPRAY™ E110C

Aplica textura a velocidade de até 6 litros por minuto. Recipiente plástico para massa e tintas com capacidade de 60 litros. Compressor interno sem necessidade de óleo, com motor em CA sem escovas.

As novas bombas GRACO chegaram para resolver todos os problemas de preparação de superfícies e pinturas. Elas emassam, texturam e pintam como você nunca viu. Projetam qualquer tipo de líquido, seja fino ou grosso. Seja à base d'água ou base de solventes. São eficientes, econômicas e vão reduzir o prazo de sua obra à metade, seja em serviços externos ou internos. São equipamentos portáteis e tem 1 ano de garantia em peças e assistência técnica.



### TEXSPRAY GM 1030

Aplica massa corrida e tintas comuns e de textura com rapidez de até 10 litros por minuto. Alta pressão na projeção do material, com motor honda de 5 HP à gasolina, que permite seu deslocamento a qualquer ponto sem depender de energia.

### 390 ST



Aplica todo tipo de tinta, principalmente em áreas externas e fachadas. O controle de pressão é preciso tanto para tintas leves como espessas, trabalha com mangueira de até 100 mts. Com apenas 15 Kg é robusta para encarar qualquer obra.



### INCOSOLDA COMÉRCIO E IMPORTAÇÃO LTDA.

End. Rua Belisário Pena, 775 Penha - RJ - CEP 21020  
Tel.: 590-2080 - Telex: (21) 21647  
Fax: (021) 230-4475 - 590-2482

# As Novas

# Bombas

# que

# fazem

# tudo em

# sua Obra.

# Como avaliar fachadas de edificações

Programa para uma proposta eficiente

Roberto Dias Duarte  
Álvaro José Corrêa

**N**ormalmente, quando empresas de engenharia de recuperação são solicitadas a dar orçamento de restauração de fachadas para uma edificação, levantam-se seus problemas e dificuldades de acesso durante a vistoria.

No entanto, comumente, estas vistorias são superficiais, sendo baseadas na visão da rua, sem o conhecimento do comprometimento funcional das fachadas em relação aos apartamentos. O resultado é a insatisfação do cliente e possivelmente, a retenção do pagamento.

Para recuperar fachadas de edificações seria interessante priorizar em ordem decrescente de importância os seguintes aspectos:

- Eliminar os riscos que comprometam a segurança.
- Corrigir problemas estruturais.
- Eliminar infiltrações em janelas, paredes e lajes.
- Melhorar a aparência.

Diante destes quesitos, melhor seria se todas as fachadas fossem analisadas de cima para baixo e vice-versa, assim como possíveis problemas existentes nos apartamentos, devido às mesmas.

A identificação dos apartamentos na proposta, sintomatizando seus sérios problemas que se relacionam com as

fachadas, pesa extraordinariamente na aprovação da proposta diante da comissão de obras da edificação.

## Tipos de Deterioração

**Estufamentos e Deslocamentos.** Normalmente ocorrem devido as pressões internas causadas pela corrosão nas

armaduras do concreto em relação à camada de recobrimento, ou simplesmente pelo descolamento do revestimento em relação a sua base.

Cabe ao técnico que está inspecionando a situação, localizar e identificar o possível estufamento do revestimento, já que o deslocamento é a situação terminal. Para tanto, o ensaio à



*Do chão, avalia-se apenas o comprometimento da fachada. O acesso a alguns apartamentos permitirá melhorar a avaliação assim como verificar o comprometimento em relação ao interior do apartamento.*

Casos difíceis de  
recuperação ?  
Você encontra  
aquí a solução.

Assine  
**RECUPERAR**  
(021) 493-0758



Normalmente, pela forma e materiais usados, há o comprometimento do sistema de ancoragem do corrimão.

percussão deverá ser feito batendo-se com um pequeno martelo, identificando-se um som oco para localização do revestimento estufado. Este ensaio deverá ser feito nos locais de fácil acesso de modo a criar-se uma situação de semelhança em relação ao restante da fachada.

**Trincas e Fissuras.** Poderão surgir trincas e fissuras pelo desenvolvimento de tensões de tração durante o processo de corrosão das armaduras superficiais do concreto. No emboço, quando desempenado ou camurçado prematuramente, pela perda d'água evaporada e a conseqüente retração da argamassa. Pelo movimento térmico de contração e dilatação das peças estruturais mais expostas a intempérie, particularmente com conseqüências nas alvenarias das platibandas sobre a última laje das edificações. Finalmente, por tensões estruturais excessivas.

Claro está que a seleção da técnica de recuperação dependerá do conhecimento do motivo da deterioração.

Por exemplo, se por movimentos térmicos na última laje de uma edificação ocorrerem trincas na platibanda, a norma DIN recomenda, em linhas gerais, o corte do revestimento até a alvenaria, numa faixa de 10 cm para baixo e para cima em relação a trinca. Aplicação de chapisco e o assentamento de argamassa com tela galvanizada fina, são as outras recomendações, de modo a combater as conseqüências daqueles movimentos.

## Determinação das Causas da Deterioração

Normalmente a deterioração é causada por um ou uma combinação dos seguintes fatores:

- **M a t e r i a i s**  
Inadequados
- Erros de Construção
- Erros do Projeto

## M a t e r i a i s Inadequados

Com certeza a estrutura de uma edificação se deteriorará, e por extensão o seu revestimento, devido

a má qualidade do concreto. Para determinar a qualidade do concreto será suficiente retirar amostras de vários locais para análise. Diferentemente do corriqueiro, será interessante a retirada de amostras de concreto também da região onde o concreto se apresenta aparentemente são. A diferença entre os concretos poderá dar pistas sobre as razões da deterioração.

O impacto visual deverá ser minimizado pela coleta de amostras em locais de difícil visão as pessoas leigas.

Testes de laboratório ajudam a determinar a causa da deterioração e fornecem informações úteis. Os testes mais comuns são:

### Penetração de umidade

Informações sobre a penetração de umidade fornecerá dados sobre a eficácia do revestimento, o seu rejunte ou a pintura atuante sobre a superfície, revelando a necessidade de uma proteção adicional.

### Carbonatação

A carbonatação no concreto, reação do  $CO_2$  do ar com o hidróxido de cálcio do concreto, que faz reduzir o PH alcalino de proteção das armaduras, normalmente ocorre a uma profundidade inferior a 5 mm da sua superfície. No entanto, caso atinja as armaduras, o potencial de corrosão aumentará substancialmente.

## Teor de Cloretos

Altos níveis de cloretos no concreto indicam um aumento na probabilidade de corrosão das armaduras.

## Erros de Construção e de Projeto

Um erro típico de construção é a ausência de uma camada de recobrimento do concreto armado adequado a localização da construção. Normalmente verifica-se o encostamento da fôrma nas armaduras, ocorrendo, na prática, uma camada de 1 cm de recobrimento.

Um erro comum de concepção é a utilização de cerâmicas não esmaltadas e até tijolo aparente em fachadas de edificações, com agravante de se usar juntas largas de até 1 cm com materiais tão ou mais permeáveis. O uso de materiais permeáveis, como revestimento, ocasionam problemas no revestimento interno. Outro erro de concepção de projeto é a instalação de janelas no mesmo plano da fachada, esquecendo-se do recuo das mesmas para formação de pingadeira de proteção à janela. Este fato ocasiona a penetração d'água direta para dentro da habitação pela junta da fachada com a parte superior da janela.

Outros fatores, como as dificuldades operacionais, terão peso na avaliação das fachadas de uma edificação. Edificações que tenham telhado em toda extensão da cobertura ou apartamentos de cobertura que

**MÁXIMO**  
engenharia



MAIS DE 30 ANOS  
DE EXPERIÊNCIA

**CONCRETO PROJETADO  
RECUPERAÇÃO E  
REFORÇO DE ESTRUTURAS  
TRATAMENTO DE  
CONCRETO APARENTE  
CONTENÇÃO DE ENCOSTAS  
EDIFICAÇÕES INDUSTRIAIS  
E PREDIAIS**

**(011) 813 5999**



ocupem toda a área última, além de varandas, dificultam a amarração dos andaimes. O uso de telas de proteção em locais de muito vento, os jardins internos da edificação, a restrição ao uso de elevadores e por último os dias de chuva poderão incompatibilizar o prazo da obra ao pagamento.

As janelas da edificação, normalmente as de alumínio, deverão ser motivo de análise prévia, já que na maioria das vezes não apresentam uma ação estanque. O peitoril sob a mesma poderá, como elemento último protetor da penetração d'água, não ser contínuo, não funcionando como barreira drenante. Isto significa que poderão os moradores e por extensão a comissão de obras, entender que estes problemas tenham haver com os serviços que se executarão nas fachadas. Um bom ensaio para se checar este problema é, com o uso de mangueira d'água, externamente, no início das obras, testar-se por alguns minutos a estanqueidade de uma ou mais janelas. O resultado poderá ser visto de imediato e após dois ou três dias com os efeitos na parede interna inferior. Vazamentos pelas juntas verticais das janelas com as paredes deverão ser verificados.

O resultado deste teste, em forma de relatório, com fotos se possível, deverá ser encaminhado à comissão de obras em uma reunião.

Problemas internos nos apartamentos, causados por deterioração das paredes das fachadas deverão ser conhecidos e detectados previamente, pois durante os trabalhos externos de recuperação,

fatalmente, ficarão ainda mais comprometidos, havendo aí, um julgamento de culpa que normalmente será da empresa.

Para o caso de fachadas em concreto aparente, um plano piloto de definição da tonalidade dos reparos é importante para informar ao cliente a situação final e, ter do mesmo um aval. Situação idêntica será a diferença de textura que ocorrerá em arremates de emboço em relação a toda fachada. Provavelmente poderá haver o questionamento do "porque do arremate mal feito". O cliente deverá ser alertado da diferença de textura entre a fachada original, já com inúmeras demãos de tinta antiga, e o arremate atual com a nova argamassa.

Comprova-se, pelo exposto, a necessidade de se passar ao cliente, previamente, estas informações de modo a evitar ao máximo problemas e surpresas de situações irrealistas.

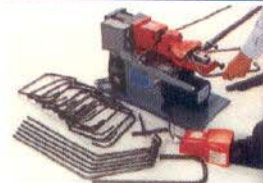
### As Varandas e os seus Problemas

As varandas apresentam problemas particulares que deverão ser resolvidos de maneira especial.

Corrosão no sistema de fixação das grades, infiltrações ocasionadas pela ruína da impermeabilização, ausência de pingadeiras e deslocamentos em sua testada, são os problemas mais rotineiros.

#### Referência:

1. Jay H. Paul. Concrete Construction Magazine.



### FASCUT

Corta e dobra ferro

- ♦ Rápido e portátil
- ♦ Liga em 110 V
- ♦ Encara qualquer obra

Consulte nº 05



### CARBONATAÇÃO

O "Indicador de carbonatação", que vem com 4 garrafas spray (cada uma com 50 ml) revela o teor de PH de um revestimento por intermédio de cores. O indicador é aplicado em uma amostra do concreto, ou até mesmo na superfície. Após a sua aplicação o indicador mostrará o teor de acordo com as seguintes escalas de cores:

PH	COR
5	Vermelha
7	Amarela
9	Verde
11	Verde/Violeta
13	Púrpura

O valor do PH que evidenciará que o concreto apresenta armaduras sem perigo de carbonatação geralmente será superior a 9.

Consulte nº 06

# CONCRETO PROJETADO

## POR VIA SECA OU ÚMIDA? NA DÚVIDA FIQUE COM AS DUAS.



O equipamento ESTE de concreto projetado chega para solucionar os problemas de via seca e via úmida.

Agora, na sua obra, você tem a vantagem e a versatilidade de escolher qual das duas vias é a mais adequada e executar seu projeto com melhor qualidade.

Pois, sem dúvida, a tecnologia e know how de 25 anos ESTE estará em suas mãos.



### ESTE industrial e comercial Ltda.

25 ANOS DE TRADIÇÃO EM CONCRETO PROJETADO

Av. Yervant Kissajikian, 260 Tel.: (011) 524.5155  
Fax: (011) 247.9155 CEP 04657-000 São Paulo SP

- FUNDAÇÕES • GEOTECNIA • PAREDE DIAFRAGMA • ESTACAS RAIZ • TIRANTES • ESTAÇÕES • REBAIXAMENTO
- INJEÇÕES • JET GROUTING (JG) • REFORÇO E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL • EQUIPAMENTOS

# O outro poliuretano

Em ação as novas resinas de poliuretano que acabam com infiltrações, vazamentos, colam concreto e estabilizam solos

Joaquim Correia Rodrigues



*Poliuretano sendo injetado em parede diafragma no 3º subsolo de uma edificação no Rio de Janeiro. Antes de injetar o poliuretano injeta-se água para se testar a comunicação entre os injetores.*

**A**s novas resinas de poliuretano chegaram para serem utilizadas no combate à vazamentos e colagem estrutural.

Basicamente, as resinas de poliuretano se dividem em duas categorias: as resinas que formam espumas rígidas, flexíveis e gelatinosas e as resinas sólidas. As primeiras, quando injetadas, têm a propriedade de combater a água, procedendo o tamponamento da junta, fissura ou trinca através da formação de espuma. As resinas sólidas poderão ser usadas como o epóxi, isto é, com a propriedade de colmatar e colar estruturalmente as trincas com presença d'água ou umidade.

## O Poliuretano contra a água

O poliuretano, uma vez injetado em trincas com presença d'água, reagirá com a água aumentando o seu volume e densidade, procedendo a impermeabilização de forma profunda.

Em solos, poderá se usar a espuma gelatinosa, pois reagindo com a água formará uma membrana estanque, impermeabilizando as juntas ou falhas, estabilizando-o. Em rochas, particular-

**Não recupere  
sem consultar  
RECUPERAR**

Assine  
**RECUPERAR**  
**(021) 493-0758**

mente tetos de túneis, uma vez injetadas, acabará de vez com os eternos problemas do pingamento d'água sobre os carros.

O uso das resinas hidrófobas ou hidrófilas de poliuretano é indicado para barragens, diques, castelos d'água, etc e todos os locais em que a água necessita ser atacada. A injeção em juntas de dilatação poderá ser feita usando-se as pistolas tradicionais com cartuchos vendidos em separado.

Nesta situação, isto é, nas juntas de dilatação com ou sem acesso, deverá se tamponar a superfície das juntas com, por exemplo, argamassa de pega rápida. A seguir, através de injetores previamente fixados, far-se-á a injeção do poliuretano. Em trincas ou juntas secas haverá sempre a necessidade de se injetar água, antes do trabalho com a resina, com o intuito de se proceder a limpeza e dar condições de reação com o poliuretano.

Na situação de haver grande percolação d'água através da trinca ou junta, poderá injetar-se primeiramente uma resina rígida e a seguir, após estancar-se a infiltração, uma resina flexível.

## O Poliuretano estrutural

As resinas sólidas de poliuretano ou uretano, além de fazerem uma monolitização das trincas estruturais, tem a vantagem de aderirem a superfícies úmidas. A grande vantagem deste sistema, no entanto, é que nas trincas, permite-se a injeção d'água para lavagem de sais e outras sujidades prejudiciais ao tratamento do concreto, além de se testar o fluxo de injeção e o espaçamento dos injetores.

As resinas sólidas de poliuretano, no entanto, não têm uma performance tão boa quanto as resinas epóxicas para altas resistências. Possui uma resistência que varia de 200 a 250 kg/cm<sup>2</sup> com 20% de alongamento na rutura (média).

Diversos trabalhos de recuperação estrutural, por colagem de trincas, exigem certa deformabilidade do material adesivo, já que a estrutura poderá conviver com grandes movimentos. Para estas situações e para a colmatação de trincas vivas, as resinas sólidas de poliuretano, com um grande alongamento

na rutura, são excelentes, sendo aqui melhor indicadas que as epóxicas.

Operacionalmente, igual as epóxicas, as resinas sólidas de poliuretano usadas para colagem estrutural também são de dois componentes.

## A química do Poliuretano

No poliuretano, a polimerização acontece quando reage um isocianato com um polialcool, havendo um catalisador para controlar a velocidade da reação.

Nas resinas sólidas, o primeiro componente é o isocianato e o segundo componente é formado por um polialcool, um eliminador de água, um anti-espumante e um catalisador.

Nas resinas espumantes, o primeiro componente é o produto da reação entre o polialcool e o isocianato, funcionando tudo como um isocianato. O segundo componente é a água existente no local de aplicação, que reagindo com o material injetado provoca espuma, expandindo e impermeabilizando o local.

## A sistemática de aplicação

Diferentemente da furação e instalação de purgadores ao longo da linha da trinca ou fissura, o uso do poliuretano, para combate à infiltrações em paredes de concreto ou rochas, exige uma outra técnica de trabalho que consiste na furação de buracos inclinados, em ângulo de 45° com o plano da trinca ou junta, atravessando-a.

Ao longo da trinca não deverá ser feita a colmatação com qualquer produto, pois a fuga da espuma permitirá checar-se a sua melhor consistência e densidade e consequentemente a melhor vedação.

As resinas de poliuretano tem versão monocomponente disponíveis em cartuchos ou, à granel, para serviços com aplicação de pressão através de bomba do tipo "airless" para pintura. A pistola de aplicação é diferente da de pintura sendo igual a uma pistola de graxa, tendo um pequeno manômetro próximo ao bico para controlar a pressão de injeção. Os purgadores, formados por pedaços de mangueira usados nos trabalhos com injeção de epóxi, dão lugar aos injetores que são mais modernos e tem a mesma funcionalidade. No entanto, dispõe de toda

tecnologia necessária aos trabalhos de injeção: vedam o buraco e através do seu bico, igual ao de uma graxeira, não permitem perda de material. É um dispositivo que já se compra pronto.

Mais informações consulte nº 07

## Referências:

1. Avanti International
2. Azon Holland B.V.



*Nosso equipamento substitui o equivalente a 30 rompedores pneumáticos. Não cria micro-fissuras, vibrações ou poeira. Programa a profundidade do corte com precisão, gastando pouca água.*

**Windex**  
Chame a  
**WINDEX**  
para adquirir  
equipamentos  
de corte de  
concreto.  
Repres. Export. e Import. Ltda.  
Rua Helena, 170 - 8º and. -  
Cj 84 04552-050 São Paulo  
SP - Brasil  
Tel.: + 55 11 820-7729  
Fax.: + 55 11 829-1331

*Windex economiza tempo*



*Os equipamentos necessários: bomba tipo Airless, furadeira para concreto com brocas ajustáveis ao comprimento dos furos, pistola com manômetro, injetores, chaves e equipamento de segurança.*

# Hidrocorte ou Hidrodemolição

O corte do concreto com qualidade e produção

Vânia Motta Pacheco

O método convencional para cortar grandes superfícies de concreto, tais como, diques, pontes, piers e estruturas de um modo geral é através de pessoal munido de rompedores pneumáticos.

Este sistema de corte já pode ser considerado ineficiente porque como veremos adiante, causa mais danos e incômodos do que benefícios. Além disso, pouca garantia dá para um completo corte do concreto deteriorado, apresentando ainda os seguintes resultados negativos:

- O concreto são é removido juntamente com o deteriorado, pois não há controle eficiente sobre o operador/rompedor.
- O rompedor danifica as armaduras.
- O impacto/vibração provoca fissuras e fraturas no restante do concreto da peça, sendo mais grave a medida que há mais pessoal com o mesmo equipamento, e há peças esbeltas.
- Poluição sonora insuportável para determinados locais.
- Gera poeira e contaminação por óleo do compressor e rompedor.
- A superfície para efeito de aderência é comparativamente ruim.

Vai deixar a

## Concorrência Solta ?

Reserve logo seu espaço. A edição de novembro/ dezembro fecha em 30/11. Solicite tabela de preços. A THOMASTEC prepara o seu anúncio.

**RECUPERAR**

Tel. (021) 493-0758 Fax. (021) 493-5553

*Serviço de hidrodemolição com equipamento manual.  
À esquerda amostras de corte do concreto com rompedores pneumáticos.  
À direita com hidrodemolição.*



O hidrocorte ou hidrodemolição, jato d'água a altíssima pressão, tem sido usado com sucesso já há alguns anos em substituição ao antigo rompedor pneumático, para remoção de grandes extensões de concreto deteriorado de pontes e estradas, estacionamentos e peças estruturais de um modo geral. Este método

retira o material deteriorado, expelindo-o, ao mesmo tempo em que deixa a superfície final em excelentes condições de aderência, dando situação de concretagem imediata caso não seja necessário reforço. As barras das armaduras são automaticamente limpas eliminando o serviço adicional de jateamento de areia.

O hidrocorte utiliza o fato de o concreto ser um pseudo-sólido, poroso, para desenvolver seu mecanismo de ação por impacto direto e pressurização das fissuras criadas.

O equipamento foi projetado para remover concreto a profundidades programadas, eliminando dentro de um plano de corte, por exemplo, estabelecido pelo teor de cloretos, o concreto comprometido. As vantagens do hidrocorte poderão ser assim descritas:

- Barulho reduzido com ausência de poeira.
- Ótima superfície de aderência.
- Ausência de danos nas armaduras, com limpeza automática de toda a corrosão.
- Profundidade de corte programada.
- Rapidez.
- Diluição da concentração de cloretos na superfície e interior devido ao efeito da "lavagem" da água.

A regulagem da profundidade de corte do equipamento, para se obter um rendimento ótimo, em seu trabalho, é interessante, baseando-se no conhecimento da resistência do material a ser demolido, na razão de 3,5 Kg/cm<sup>2</sup> de pressão d'água para 1 Kg/cm<sup>2</sup> de

## Seis maneiras de injetar mais qualidade em seu trabalho de Recuperação e Reforço Estrutural.

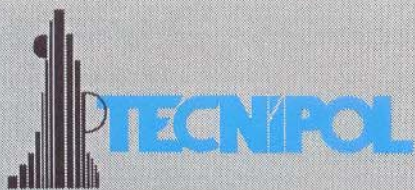
- Cartuchos, para pistolas comuns, de resina epóxi para colmatação, prontas para uso, em dois componentes.
- Bomba elétrica para serviços de injeção com tanques para componentes A e B separados, em aço inox. Medição automática do material injetado. Os materiais entram em contato, via pressão pneumática imediatamente antes da entrada no purgador. Aceita misturas de 1 : 1 a 4 : 1. É o fim das perdas de material. É o equipamento mais moderno nos EUA.
- Epóxi flexível dois componentes, insensível a umidade, para uso onde se requer alta resistência com algum alongamento.
- Porta brocas com dispositivo para sucção de ar ou adaptação para água.
- Brocas vazadas
- Purgadores e plugues plásticos para injeção.



**POXY**  
INDUSTRIES, INC.

Apollo Representações Ltda.  
Tel: (021) 273-1819  
Fax: (021) 796-3664

### RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL RESTAURAÇÃO DE FACHADAS TRATAMENTO DE CONCRETO



20 anos  
Recuperando o passado,  
Garantindo o futuro.

Rua Jorge Chammas, 301  
CEP 04016-070 - São Paulo-SP  
PABX (011) 573-0609  
FAX (011) 575-4028

Um show de vendas.

Anuncie  
**RECUPERAR**  
(021) 493-0758

## Tintas Especiais



- APOLLOPOXI (EPOXI)
- ACRIOBRIL (ACRILICO EM SOLUÇÃO)
- APOLLODUR (POLIURETANO)
- APOLLIT (SILICONE)
- APOLLOCRIL (EMULSÃO)

**apollo**

**TINTAS APOLLO**  
Tels.: (021) 796-1951/796-4633  
Fax.: (021) 796-3664  
Telex: 21-36368

resistência compressiva do concreto. Se o teste no concreto acusar uma resistência à compressão de 350 Kg/cm<sup>2</sup>, a pressão de água mínima indicada para a execução do serviço será de 1.250 Kg/cm<sup>2</sup> (17.500 PSI).

A profundidade de corte poderá ser superior a 30 cm, sendo comum em pontes, pisos e estradas o corte de 5 a 8 cm. A pressão do jato poderá variar de 1.100 Kg/cm<sup>2</sup> (16.000 PSI) a 2.500 Kg/cm<sup>2</sup> (35.000 PSI), com um consumo de água de 70 a 80 litros por minuto. A forma de trabalho do equipamento poderá funcionar como o carro de uma máquina de escrever - para a direita e para a esquerda - sendo robotizados



*Hidro corte na indústria mecânica, substituindo as máquinas de corte por serra.*

os equipamentos mais sofisticados. A produção dos serviços fica entre 3 a 10 m<sup>3</sup> por hora.

A seleção do porte do equipamento aumenta a abrangência dos serviços que poderão ser feitos, em razão da eliminação dos custos de operação. Logo, serviços de remoção de pintura, juntas de dilatação (limpeza), e remoção da nata superficial do concreto poderão ser feitos com equipamentos de menor porte. Na indústria mecânica, outros modelos de equipamentos de hidro corte poderão cortar precisa e rapidamente peças de aço, de um modo geral, em substituição às máquinas de corte por serra.

#### Referências:

1. National Liquid Blasting Corporation
2. Aquajet - Proven Hidrodemolition Equipment

- Engenharia em Geral
- Serviços Especializados de Recuperação e esforço Estrutural
- Aplicação de Concreto Projetado
- Recuperação e refôrço em estruturas metálicas
- Construção em pre-moldados
- Contrução de pontes e passarelas
- Contenção de encostas
- Projetos e execução de empreendimentos imobiliários e comerciais
- Obras Marítimas
- Contrução e recuperação de cais
- Aplicação de revestimentos refratários
- Reforma em geral

# CONCRETO PROJETADO

## R.A. Concreto Projetado Obras e Serviços Técnicos Ltda.

Rua Sargento Aquino 287 - Olaria - Rio de Janeiro  
Telefones: (021)290.0195 e 270.9595  
Fax: (021) 280.0623

# Teste de teor de cloretos

É a pista verdadeira para se saber a profundidade e extensão do corte no concreto armado, quando há corrosão em suas armaduras

Joaquim Correia Rodrigues

**D**e uma maneira geral, quando se pensa em recuperar uma peça estrutural de concreto armado, os parâmetros definidores são a exposição das armaduras em estado avançado de corrosão ou, então, as trincas em sua superfície acompanhadas de um processo de estufamento da camada de recobrimento, função do alto grau de comprometimento dos primeiros sintomas. Por continuidade, na prática, quando se vai recuperar a mesma peça estrutural comprometida, os parâmetros definidores que estabelecem a profundidade de corte são a eliminação dos sintomas acima citados com a obrigatoriedade de se chegar às armaduras em estado ausente de corrosão.

Em alguns países, no entanto, diversas empresas de recuperação estrutural, consultores e engenheiros usam a determinação do teor de cloretos no concreto, para verificar o seu grau de comprometimento, tendo em vista a deterioração da estrutura por corrosão das armaduras. Este teste é feito periodicamente para se atestar a evolução do grau de contaminação do concreto



*Lage de uma indústria próxima ao mar. Quando o teor de cloretos excede o valor limite, começa o processo de corrosão.*

armado ou como fator decisivo no planejamento da extensão do corte do concreto contaminado.

Na prática, as empresas, antes de iniciar a obra, retiram amostras do concreto e as enviam a um laboratório para analisar o teor de cloretos. Estes resultados definirão a extensão e a profundidade do corte a ser efetuado.

## O que é teor de cloretos ?

O ambiente altamente alcalino no interior da massa do concreto é uma proteção anticorrosiva para as armaduras, pela formação de uma película de óxidos protetores em torno das mesmas.

No entanto, a penetração de íons cloretos quebram a proteção da película

**"Este teste é feito periodicamente para se atestar a evolução do grau de contaminação do concreto armado ou como fator decisivo no planejamento da extensão do corte do concreto contaminado."**

Pensou bem ?

Reserve logo seu espaço. A edição de novembro/dezembro fecha em 30/11 - Solicite tabela de preços. THOMASTEC faz o seu anúncio.

**RECUPERAR**

Tel. (021) 493-0758 Fax. (021) 493-5553

protetora alcalina, tornando-se a maior causa da corrosão das armaduras. Estes íons são depositados em consequência da salinidade do ar marinho. A corrosão do aço, ocasionada pelos cloretos, tem na umidade e o no oxigênio fatores acelerantes, que causarão fissuras, trincas, deslocamentos da camada de recobrimento e até o colapso da estrutura.

O risco de corrosão cresce à medida que a quantidade de cloretos cresce. Quando o teor de cloretos no concreto, ao nível das armaduras, excede um certo limite, chamado valor limite, começa o processo corrosivo.

Claro está que não se deve esperar que se desenvolvam trincas na superfície do concreto ou que apareçam aquelas freqüentes manchas avermelhadas que demonstram a presença de corrosão nas armaduras, no interior da massa do concreto, significando o atingimento do valor limite.

A seção 8 da norma NBR6118-78 limita o teor máximo de cloretos em 0,5 Gr/l da água de amassamento utilizada no concreto.

Como exemplo, para um metro cúbico de concreto com 360 Kg de cimento, com fator água/cimento igual a 0,5, esse limite corresponde a 0,025% do peso do cimento, ou cerca de 90 gr de íons cloretos por metro cúbico de concreto.

Diversas pesquisas feitas por órgãos federais americanos atestam que o valor limite, para iniciar-se a corrosão nas armaduras, é de 0,20%. O que, dependendo da quantidade de cimento, corresponde a aproximadamente 720 gr de íons cloretos por metro cúbico de concreto.

Pode se verificar então que o valor limite não é definido de forma generalizada, naturalmente considerando-se as condições ambientais de cada país. No

# Sua Obra de Recuperação Precisa de um Especialista



Divisão Ensaios

- Levantamento do estado de corrosão.
- Levantamento das propriedades mecânicas, homogeneidade, fissuras e vazios por Micro Ultra Som.
- Análise da resistência do concreto.
- Medição do teor de cloretos e carbonatação.
- Análise da capacidade de carga da estaca durante a cravação, tornando desnecessário as provas de carga. Obtém-se ainda a avaliação da integridade da estaca e os esforços de cravação.

MATRIZ: Rio de Janeiro

Tel: (021) 493-4702 Fax: (021) 493-6740

## Escritórios

Manaus  
Recife  
Belo Horizonte  
Salvador  
Porto Alegre  
Portugal (Lisboa)

## FIXAÇÃO

### DX 36 M

Finca-pinos semi-automática com 10 disparos consecutivos e segurança total para o operador.



### TE 54

Martelete para perfurações em concreto de 1/2" à 3" de diâmetro. Pode ser utilizado como rompedor para pequenas demolições.



HILTI DO BRASIL COMERCIAL LTDA.  
Rua Alexandre Dumas, 227 - 04717-000 - São Paulo - SP  
Telefone: (011) 524-4448 - Fax (011) 524-5364

## NESTA REVISTA NÃO PODERIA FALTAR QUALIDADE.

Na verdade nesta revista não poderia faltar Concremat. Uma empresa que está presente nas grandes obras da engenharia nacional. A Concremat é conhecida em todo o país pelo alto nível dos seus serviços especializados em: Estudos e Projetos, Gerenciamento e Fiscalização de Obras, Gestão da Qualidade, Inspeções e Laudos Técnicos. No seu próximo empreendimento não deixe faltar qualidade Concremat.



**CONCREMAT**  
ENGENHARIA E TECNOLOGIA S.A.

Um nome construído com qualidade.

umitá



entanto, nos fornece uma estimativa razoável de quando a corrosão se iniciou.

A proximidade do mar torna toda estrutura em concreto armado, uma fonte em potencial para a introdução de cloretos. Uma vez dentro da massa do concreto, a sua difusão desenvolve o que chamamos de perfil típico, que evidencia uma maior concentração de cloretos próximo à superfície. Como dissemos acima, a velocidade da corrosão é diretamente proporcional aos níveis de umidade e oxigênio, sendo a umidade a variável que controla o acesso de oxigênio ou outros gases como o CO<sub>2</sub> até as armaduras.

As trincas ou fissuras, na prática, só aparecem quando o valor limite é em muito ultrapassado. Os sintomas certamente aparecerão quando o teor de cloretos, junto as armaduras, chegar à 0,40% do peso do cimento.

### Como medir a quantidade de cloretos

O método tradicional para medição da quantidade de cloretos é o de laboratório.

As amostras poderão ser retiradas através da perfuração com furadeira, obtendo-se o pó do furo ou através da extração de pequenos corpos de prova. Deverão ser obtidas amostras representativas de diversas regiões a diferentes profundidades.

Alguns fabricantes de aparelhos não destrutivos desenvolveram kits portáteis para realização do teste na obra, em poucos minutos.

### Como interpretar os resultados dos testes

Como vimos anteriormente, a quantidade de cloretos determinada nos testes de campo ou laboratório, é apresentada em forma de percentual em relação ao peso de cimento ou concreto. No entanto, dependendo do laboratório ou equipamento portátil, poderá aparecer também a unidade partes por milhão (ppm).

Com isto, será necessário entender como fazer a conversão de uma medida para outra.

Para se converter percentual de cloretos por peso de concreto para percentual de cloretos por peso de cimento basta usar a quantidade de cimento e o peso específico do concreto. Exemplo:

- Cloretos por peso de concreto = 0,059%
- Quantidade de cimento = 360 Kg por metro cúbico
- Peso específico = 2500 Kg por metro cúbico

Basta multiplicar o percentual de cloretos pelo peso do concreto e a seguir dividir o resultado pela quantidade de cimento -  $0,059\% \times 2500 \div 360 = 0,41\%$  por peso de cimento. Logo, 0,059% de cloretos por peso de concreto é igual a 0,41% de cloretos por peso de cimento.

Diversos livros discutem o teor de cloretos não em percentual por peso de concreto e sim em gramas por metro cúbico. Para tanto, basta multiplicar o percentual de cloretos por peso de concreto pelo peso específico, dividindo por 100.000 para converter de percentual para gramas. Exemplo:

## MARTELETES ROMPEDORES

CP 0222

CP 1230

CP 1240



Os marteletores rompedores CHICAGO PNEUMATIC são de construção robusta (suas principais peças são feitas em aço forjado) e próprios para trabalho pesado. São disponíveis em três modelos, variando de 10 a 37 Kg.

EMBEP - Empresa Brasileira de Equipamentos Pneumáticos Ltda.  
Av. Mascote, 159 - CEP: 04363-000 - São Paulo- S.P.  
Tel: (011) 562-7314 - Fax: (011) 563-9208  
Distribuidores em todo o território nacional



Chicago  
Pneumatic

0,059% + 100.000 x 2500 Kg por metro cúbico = 1475 gr de cloretos por metro cúbico.

Converter ppm para percentual por peso de concreto é simples, bastando dividir por 10.000. Logo 850 ppm de cloretos são iguais a 0,085% de cloretos por peso de concreto.

### Recuperação de pontes

Em serviços de recuperação e reforço de pontes, particularmente em suas lajes, é uma boa prática o uso do teor de cloretos, assim como o mapeamento dos deslocamentos oriundo do processo corrosivo, para se proceder um programa

de corte do concreto, que poderá seguir a tabela abaixo, conforme limites americanos.

Deverá ficar claro que o ideal será que todo concreto armado, que tenha o seu valor limite do teor de cloretos ultrapassado, seja imediatamente tratado.

### Referências:

1. Corrosion of Metals in Concrete. Concrete International.
2. Concrete Repair Magazine.
3. American Concrete Institute. ACI Manual of Concrete Practice.
4. American Concrete Institute. Performance of Concrete in Marine Environment

% Cloretos sobre o peso do cimento	PLANOS PARA REMOÇÃO DO CONCRETO
Menor que 0,10	Cortar apenas nos locais afetados.
Maior que 0,20	Remover o concreto além da 1ª camada de armaduras
Entre 0,10 e 0,20	Remoção questionável.



# TECNOLOGIA DE PONTA



A SIKA possui elevado padrão com sistema de tecnologia compatível com as necessidades do Meio Técnico que confere com sua gama de produtos suporte e soluções Técnicas à Engenharia Nacional.



**Sikatop®108 Armatec**  
Revestimento polimérico à base de cimento modificado com agentes inibidores de corrosão, recomendado para proteger as armaduras contra ataques corrosivos causados por carbonatação, ions de cloretos: agentes externos.

**Sikatop®122**  
Argamassa predosada para reparos em geral. Possui fibras minerais que lhe dão altíssima resistência à tração, bem como à Compressão, além de consistência tixotrópica, grande aderência e impermeabilidade. É de fácil manuseio, aplicação e acabamento.



**Sikacem®Gunite 133 / 143**  
Em caso de reforço estrutural de grandes áreas com sistema de reparos por aplicação mecânica. Tratam-se de Argamassas cimentícias poliméricas monocomponentes à base de MICROSÍLICA, especialmente indicados onde as elevadas resistências aos esforços mecânicos e impermeabilidade sejam exigidos.

**Sikadur®32**  
Adesivo epóxi para reparos estruturais de concreto/ argamassa, ancoragens de tirantes e chumbadores. Apresenta elevadas Resistências mecânicas à compressão. Tração na Flexão e Compressão diametral.



**CONSULTAS TÉCNICAS!**  
Procure nosso Dep. Assistência mais próximo de você!

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| RJ - Tel. (021) 270-2252 | MG - Tel. (031) 334-9337 |
| SP - Tel. (011) 706-5144 | RS - Tel. (051) 342-2597 |
| BA - Tel. (071) 594-8433 | DF - Tel. (061) 233-7307 |
| GO - Tel. (062) 210-1288 | PR - Tel. (041) 254-6942 |
| PE - Tel. (081) 339-2244 | SC - Tel. (0473) 22-1203 |

## PERGUNTAS E RESPOSTAS

Envie perguntas sobre todos os assuntos que envolvam danos (patologias) da construção nos setores civil e industrial. RECUPERAR responderá, através de consultores especializados.

Envie perguntas e comentários, através de carta ou fax, para nossa redação.

# Detalhes executivos prolongam a vida da construção

Walmor José Prudêncio

**E**m nossos dias, o projetista não pode deixar que detalhes executivos de obras sejam solucionados no próprio canteiro, quase sempre orientado por uma economia cega, com graves prejuízos de desempenho das partes ou da própria edificação.

Podemos destacar, como um dos exemplos, o processo de embutir as tubulações de aço galvanizado, ou mesmo das tubulações de plástico mas com conexões de aço galvanizado, parte em contato com a

alvenaria e parte revestida com argamassa de saibro.

As argamassas de saibro por serem ricas em argilas são muito retráteis, fissurando ao endurecer, retendo muita umidade, que associada às impurezas que possuem, geram soluções ácidas, que atacam a proteção galvânica através dos arranhões superficiais, "scratch", implantando corrosão eletroquímica intensa pela baixa resistividade elétrica gerada na superfície do aço com a argamassa.

Este processo de corrosão precoce, que

irá revelar-se através de infiltrações, provoca sérios problemas na recuperação, com substanciais prejuízos dos materiais de acabamento.

Os detalhes executivos corretos devem conter instruções para que a argamassa seja à base de cimento e areia e envolva a tubulação ou a conexão em pleno relevo, para não provocar diferencial de potencial elétrico (efeito de pilha) na superfície da peça galvanizada, enquanto que as colunas devem correr livres em "shaft", prevendo-se inclusive visita para inspeções periódicas.



## VAZAMENTOS ?



ACABE COM AS INFILTRAÇÕES E VAZAMENTOS DE FORMA PROFUNDA E NÃO SUPERFICIAL, SEM A NECESSIDADE DE PARALIZAÇÃO DO

SISTEMA, COM INJEÇÃO DE POLIURETANO ESPECIAL EM TRINCAS OU JUNTAS. REAGE COM A ÁGUA FORMANDO UMA ESPUMA FLEXÍVEL ACABANDO

DE VEZ COM VAZAMENTOS. COM BAIXA VISCOSIDADE PARA PENETRAÇÃO EM PEQUENAS FISSURAS, É ATÓXICO E NÃO INFLAMÁVEL.



ENGENHARIA  
Comércio e importação, Ltda.

RESERVATÓRIOS  
ETA'S  
BARRAGENS  
JUNTAS DE  
DILATAÇÃO  
ESTABILIZAÇÃO  
DE  
SOLOS  
VAZAMENTOS EM  
ADUTORAS

DISPOMOS DE  
UMA COMPLETA  
LINHA DE  
POLIURETANOS  
E EQUIPAMENTOS  
DE INJEÇÃO PARA O  
SEU PROBLEMA

DISTRIBUIDOR  
EXCLUSIVO  
NO BRASIL

Tel: (021) 255-2414 Fax: (021) 235-4377