

Edifícios

Como está a situação estrutural da edificação?
Por que edifícios continuam a cair?
Quais os critérios para uma análise segura?

Conheça todas as diretrizes do novo Report do American Concrete Institute sobre a avaliação da resistência das edificações.



Nos últimos 40 anos muitos prédios desabaram. O último foi o Areia Branca, em Recife. Note que grande parte do entulho foi removido. Observe os danos causados no prédio vizinho, que ainda está interditado.

ANÁLISE



Carlos Carvalho Rocha

Por que edifícios caem em nossas cidades? Quantos mais irão cair sem que se possa tomar medidas para salvá-los? A resposta não é tão complexa quanto parece. O American Concrete Institute (ACI), com base neste problema, que é mundial, lançou recentemente diretrizes para “avaliação da resistência de edificações existentes” – ACI 437R-03. Os pro-

cedimentos desta norma aplicam-se naqueles casos onde se deseja avaliar as condições de resistência da edificação, nas seguintes circunstâncias:

- Estruturas que mostrem danos de qualquer forma, sejam estruturais (trincas, deflexão excessiva etc) ou por corrosão.
- Estruturas suspeitas, tanto a nível de projeto como de construção, seja pelo deta-

lhamento existente, pelos materiais empregados etc.

- Estruturas onde hajam dúvidas sobre sua adequabilidade para outras funções, geralmente com a inexistência do projeto original.
- Estruturas submetidas a processos de dilatação/contração, a mudanças de uso e onde os critérios do novo projeto excedam os do projeto original.

Reforço Estrutural...

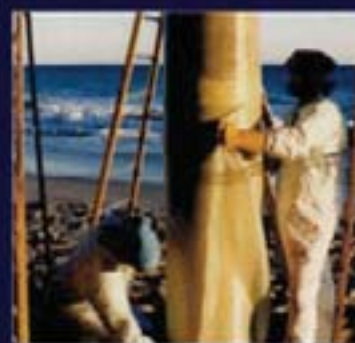
...só com sistemas MFC.



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*

Os sistemas de reforço estrutural MFC foram desenvolvidos no Japão e EUA com o mais perfeito requisito resistência-durabilidade.

Dispomos de uma formidável linha de produtos com acessoria técnica, para todas as empresas e profissionais, aliando viabilidade, segurança, preço e qualidade.



Lider em Reforços Inteligentes

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



A análise da estrutura do Areia Branca. Na foto à esquerda encontra-se a armadura do pilar central com a armadura da cisterna. Na foto à direita os Eng^{os} Sílvio Andrade e Ana Moura (ambos de frente) do IPACON vistoriando a estrutura.

- Estruturas que necessitem verificação após a execução de serviços de recuperação e reforço.
- Estruturas que necessitem de avaliação, devido a imposição do departamento de edificações.

O normativo do ACI, no final das contas, trata da avaliação de edificações existentes, assentado nos quesitos de estabilidade, resistência e segurança, com grande preocupação no aspecto da durabilidade. Cita um número de características ou níveis de performance que deverão ser encontrados na edificação. Alguns deles são:

- Estabilidade e rigidez da estrutura como um todo;

- Estabilidade e rigidez das peças estruturais, de forma separada;
- Sensibilidade das peças estruturais com relação a deformações excessivas por longos prazos;
- Resposta dinâmica de cada peça estrutural.

Investigações preliminares

O objetivo da investigação preliminar é estabelecer as condições de existência da estrutura, de modo a obter-se uma avaliação confiável de sua capacidade estrutural. Para tanto, torna-se imperativo conhecer em que condições está o concreto, tanto no aspecto químico quanto de sua resistência física. Não podemos esquecer que

GLOSSÁRIO

Rigidez – resistência à deformação. Para uma peça estrutural em forma de prisma, a rigidez é igual ao produto do momento de inércia da seção da peça e o módulo de elasticidade do material pelo comprimento da peça. Relação promovida pela mudança que uma força promove e a correspondente mudança deflexional em translação e rotação de uma peça elástica.

Tensão – resultante da condição da aplicação de uma força. Quando a estrutura interna de uma peça ou sua superfície resiste a forças que produzem ou tendem a produzir deformações na peça.

Deformação – consequência da tensão. É o alongamento ou encurtamento por unidade de comprimento original de uma peça sob tração ou compressão, ou mesmo a distorção entre dois planos de uma peça sujeita a cisalhamento. Quantidade adimensional que pode ser medida em porcentagem, em milímetros por milímetro ou em micrômetros.

Trincas e Fissuras em Pisos e Lajes? **METACRILATO**



Com viscosidade igual a da água, o **METACRILATO** preenche e monolitiza qualquer trinca ou fissura com 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) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 03

Procedimentos para a avaliação estrutural

A maioria das avaliações estruturais tem em comum alguns aspectos. Genericamente a avaliação consistirá em:

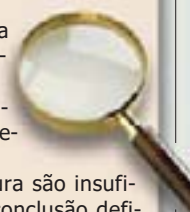
- **Definir a condição da edificação.**
 - Examinar as informações disponíveis;
 - Executar, de imediato, a análise estrutural da estrutura;
 - Conduzir pesquisa de suas condições;
 - Determinar a(s) causa(s) do problema(s) e a(s) velocidade(s) de progressão;
 - Determinar os níveis da recuperação a ser feita.
- **Selecionar as peças estruturais** que necessitam de uma avaliação detalhada.
- **Investigar as condições** de carregamento originais, atuais e futuras.
- **Avaliar todos os resultados.**
- **Preparar o relatório** com a descrição dos resultados e procedimentos corretivos.

A resistência do concreto armado, sem dúvida, é a preocupação quando se avalia as condições de uma edificação. Portanto, deverá-se verificar o currículo e a experiência do calculista e do patologista que participarão da

operação, já que não se trata de um cálculo simples de uma estrutura nova e sim de um quadro patológico, que exige profundos conhecimentos das técnicas e dos materiais de recuperação.

É importante deixar claro que não existe um critério universal de análise das condições de serviço de uma edificação. Assim, após os trabalhos de avaliação estrutural, poder-se-á ter conclusões do tipo:

- A estrutura é adequada ao uso atual. Sua expectativa de vida é longa, desde que haja serviços de manutenção e monitoramento.
- A estrutura, embora adequada ao uso atual, não possui condições para uma vida longa, devido a processos de deterioração no concreto armado, com conseqüentes alterações em sua performance.
- A estrutura está inadequada para o uso atual, porém poderá ser usada para outras atividades.
- A estrutura está inadequada e necessita de serviços de recuperação.
- A estrutura não oferece condições de uso, inclusive de recuperação.
- Os dados obtidos da estrutura são insuficientes para oferecer uma conclusão definitiva.



o concreto é o hospedeiro do aço, o que significa dizer que deverá ter resistência

física para “abraçar” o metal e condições químicas como alcalinidade suficiente,

para manter o estado de passividade. Qualquer presença de sais contaminantes na massa do concreto como cloretos, sulfatos, nitratos etc, minará a existência de suas armaduras. Com relação a situação das armaduras, dever-se-á conhecer seu real posicionamento nas peças estruturais, a quantidade e a bitola das barras. Trata-se de um trabalho independente do que existe no projeto, se é que há. Claro que, caso haja o projeto original, dever-se-á conhecê-lo profundamente.

Identificando as anormalidades

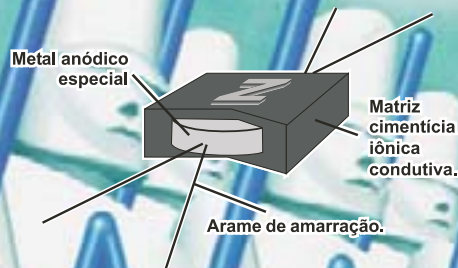
O engenheiro patologista identificará as características do concreto empregado na edificação, assim como os tipos de problemas existentes, à luz das normas abaixo,

ACI 201.1R	ACI 309.2R
ACI 207.3R	ACI 364.1R
ACI 222.R	ACI 365.1R
ACI 222.2R	ACI 423.4R
ACI 224.R	ACI 435.R
ACI 224.1R	ACI 435.8R

COMBATA A CORROSÃO EM SUA OBRA DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

Faça proteção catódica com Pastilha Z, sua única garantia contra o retorno da corrosão nos seus serviços de recuperação/reforço estrutural. Suas vantagens são inúmeras:

- Proteção localizada contra a corrosão nas armaduras, em qualquer tipo de estrutura, para todo tipo de ambiente.
- Anula a corrosão localizada (ring anode), muito comum nos serviços de recuperação estrutural.
- Pastilha Z é facilmente incorporada em armaduras novas ou em estado de corrosão.
- Pastilha Z garante sua estrutura por, pelo menos 15 anos, contra a corrosão.



PASTILHA Z

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

GLOSSÁRIO

ACI 201.1R – guia para pesquisa da condição do concreto em serviço.

ACI 207.3R – guia para avaliação do concreto em estruturas para condições de serviço.

ACI 222.R – corrosão dos metais no concreto.

ACI 222.2R – corrosão do aço de protensão.

ACI 224.R – controle do fissuramento em estruturas de concreto.

ACI 224.1R – causas, avaliação e recuperação de trincas em estruturas de concreto.

ACI 228.1R – métodos para estimar a resistência do concreto no local.

ACI 228.2R – métodos não destrutivos para avaliação de estruturas de concreto.

ACI 309.2R – identificação e controle de efeitos visíveis da solidificação de superfícies de concreto executadas.

ACI 364.1R – guia para avaliação de estruturas de concreto antes da recuperação.

ACI 365.1R – prognóstico para a durabilidade – relatório do estado da arte.

ACI 423.4R – corrosão e recuperação de mono-cordoalhas não injetadas.

ACI 435.R – controle das deflexões em estruturas de concreto.

ACI 435.8R – deflexões observadas de lajes de concreto armado e causas de grandes deflexões.



Situação comum em prédios revestidos com pastilhas: corrosão nas armaduras dos pilares. Causas como excesso de juntas (típicas deste tipo de revestimento), lavagem por ácido etc. são frequentemente diagnosticadas.

assim como de documentos de outras organizações. Todos os sintomas de deterioração e danos existentes deverão ser identificados e localizados em relação à estrutura da edificação, citando-se o tipo, sua magnitude e a severidade do processo. Neste particular, o leitor poderá consultar o Instituto de Patologias da Construção (IPACON), de modo a obter mais informações.

Qual a resistência do concreto?

Existem diversos testes padronizados para estimar a resistência à compressão do concreto na edificação. Tradicionalmente, há a técnica de extração de corpos de prova da estrutura e os testes não destrutivos (NDT). A norma ACI 228.1R fornece todas as informações necessárias. Os testes NDT reduzem significativamente as extrações dos corpos de prova, muito embora dever-se-á, sempre, correlacioná-los, em diversas partes da estrutura. Os testes NDT a serem usados são:

- Exclerômetro (ASTM C 805);
- Penetração de pino (ASTM C 803/C 803 M);
- Velocidade de pulso (ASTM C 597);
- Teste de arrancamento ou PullOut (ACI 228.1R e a ASTM C900).

E a situação das armaduras?

Evidentemente, dever-se-á obter informações precisas acerca da localização real das

barras nas diversas peças estruturais, como também o diâmetro e o número de barras existentes. A técnica mais adequada e sugerida é a abertura de “janelas” nas peças estruturais. Os equipamentos (NDT) que

também fazem este trabalho são os Medidores eletromagnéticos de armaduras ou covermeters (ACI 228.2R). São dois os tipos de covermeters. O primeiro baseia-se no princípio da relutância magnética, que

Vu-Con eco-impacto para concreto armado e protendido



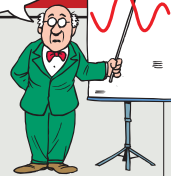
Quando se trata de testar estruturas de concreto, a determinação do tamanho, do tipo e, especificamente, a localização dos danos sempre tem sido um problema. Durante anos, diversos métodos têm sido usados para detectar a presença dos danos, mas não sua localização. Mesmo assim, a interpretação dos resultados é altamente subjetiva e, com frequência, difícil de entender. Estas limitações podem agora ser eliminadas pela técnica do eco-impacto, melhorada pelos recentes avanços da tecnologia

de instrumentação e computação. Diversos danos e sua localização podem ser encontrados com precisão e confiabilidade.

Vu-Con

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 05

Onda é uma perturbação que se propaga, transportando energia, mas não matéria.



relaciona-se com a resistência ao fluxo magnético do material. O outro tipo de covermeter baseia-se no princípio das “correntes eddy”, empregando uma sonda com uma serpentina executada por uma corrente elétrica de alta frequência.

A diferença entre estes dois equipamentos é que o primeiro detecta apenas barras de aço, enquanto que o segundo detecta aço e qualquer outro metal. Ambos têm poder de penetração até 150mm de profundidade, a partir da superfície do concreto.

• Radar (ACI 229.2R)

Cada vez mais são usados, devido a grande penetração de suas ondas, obtendo-se resultados precisos a grandes profundidades. Necessita de operador experiente e deve, no início dos serviços, comparar-se o resultado inicial com uma ou duas “janelas” que deverão ser abertas para comparação.

Há armaduras no interior do concreto?

Diversos casos de pilares com vazios entraram em processo de ruína 20, 30 e até 50 anos depois de sua construção. Exatamente por isso, hoje, torna-se importante investigar, além da sua resistência, a homogeneidade ou a presença de vazios, trincas e regiões onde sua qualidade possa estar comprometida. O teste tradicionalmente usado é o de percussão com um pequeno martelo. É bastante impreciso e não serve como indicador. Os testes NDT, que fazem este serviço, são:

• Velocidade de pulso (ASTM C597)

O equipamento é composto por um transmissor, um receptor e o seu equipamento eletrônico. O teste mede o tempo necessário para um pulso de energia ultrassônica emitido pelo transmissor “viajar” pela

peça estrutural e ser recebido pelo receptor posicionado na face oposta da peça. A distância entre os dois instrumentos, ou

GLOSSÁRIO

Cloretos – denominação dos sais do ácido clorídrico (HCl). Os cloretos mais importantes são o cloreto de sódio (NaCl), parte principal do sal marinho, o sal gema (NaCl) extraído do solo, o cloreto de cálcio (CaCl₂), o cloreto de potássio (KCl) e o cloreto de cal [CaCl(CO)], também chamado de cal clorada, pó branco, obtido da reação do cloro com o hidróxido de cálcio.

Sulfato – sal derivado do ácido sulfúrico, H₂SO₄. O sulfato de cálcio ou gesso é o mais conhecido.

Nitrato – denominação genérica dos sais do ácido nítrico (HNO₃).

Corrente elétrica – fluxo de cargas elétricas através de um condutor. Intensidade do fluxo. Em circuitos de corrente contínua, como os que acontecem nos processos de corrosão do aço, circula de um ponto de potencial elétrico mais alto para um ponto de potencial elétrico mais baixo. A intensidade da corrente dependerá da diferença de potencial entre as regiões com diferentes potenciais e a resistência existente.

Corrente eddy – corrente parasita local, induzida em parte de metal de um equipamento elétrico, com capacidade para alterar rapidamente campos magnéticos.



Com o advento dos adesivos estruturais com ultra baixa viscosidade, menores que 50cps como é o caso do METACRILATO e do epóxi PP50, é possível proceder a monolitização de peças estruturais com uma simples pistola manual. Ou seja, prepara-se o produto e coloca-se em um cartucho vazio. A seguir, coloca-se em uma simples pistola de calafetamento e pronto. Mesmo em injetores simples como precárias mangueiras é possível promover a colagem de peças estruturais.

RADAR

O mais moderno equipamento NDT de investigação de estruturas agora ao seu alcance:

- Integridade do concreto armado?
- Situação das armaduras?

**Tudo isto, facilmente
você obtém com RADAR.**



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

seja, a espessura da peça é dividida pelo tempo de trânsito para obter a velocidade do pulso. O equipamento também correlaciona a velocidade do pulso com a resistência à compressão do concreto.

• Eco-impacto (ASTM C1383)

O equipamento é composto por um martelo especial e um receptor, além de equipamento eletrônico apropriado. Bate-se com o martelo na superfície da peça estrutural, o que gera ondas de tensão que propagam-se pelo concreto. A presença de vazios ou de concreto com densidade anormal, no interior da peça, promove a reflexão das ondas. A onda de tensões, assim refletida, volta à mesma superfície onde foi aplicado o impacto e retorna para o interior da peça, repetindo-se o ciclo. O receptor, posicionado próximo ao local do impacto, na mesma superfície, monitora o movimento resultante em função do tempo, diagnosticando a profundidade da interface refletora. Se não houver qualquer defeito, a espessura da peça estrutural aparece no display sem qualquer anomalia.

• Radar (ACI228.2R)

Seu funcionamento é similar ao eco-impacto. A única diferença é que substitui-se a batida por energia eletromagnética.

• Termografia do infravermelho (ASTM D4788)

Qualquer superfície com temperatura acima do zero absoluto emite energia eletromagnética. À temperatura ambiente, no entanto, esta radiação tem um comprimento de onda situado na região do infravermelho do espectro eletromagnético. Como a velocidade de emissão da energia, a partir da superfície, depende de sua temperatura, usando-se um detector de infravermelho poder-se-á analisar diferenças na temperatura da superfície. Se uma peça estrutural apresenta um defeito ou anormalidade, como uma fissura ou vazios, havendo um fluxo de calor através da peça sua temperatura superficial será alterada. O display do equipamento mostra, então, a superfície da peça estrutural na forma de manchas frias e quentes, diagnosticando a presença de anormalidades no interior da peça estrutural.

Na próxima edição da RECUPERAR, apresentaremos a matéria Edifícios II, com os proce-

dimentos para investigar a qualidade e as propriedades mecânicas do concreto e das armaduras, de modo a corroborar os resultados dos testes apresentados nesta matéria. **T**

fax consulta nº 07



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- ACI 437R-03 - Strength evaluation of existing concrete buildings. ACI Committee 437.
- ACI 318-99 - Building code requirements for structural concrete. ACI Committee 318.
- Bares, R., and Fitzsimmons, N. - Load tests of building structures, Journal of the structural division, proceedings ASCE.
- Barlett, F.M., and Macgregor, J.C. - Variation of in-place concrete strength in structures - ACI materials journal.
- Bungey, J.H. The testing of concrete in structures.
- CRSI, Concrete Reinforcing Steel Institute. - "Evaluation of reinforcing steel systems in old reinforced concrete structures.

GLOSSÁRIO

Energia eletromagnética – energia do campo eletromagnético. É dada, quantitativamente, por duas parcelas: a do campo elétrico e a do campo eletromagnético.

Infravermelho – radiação eletromagnética cujo comprimento de onda é superior aos das radiações visíveis, mas é inferior ao das microondas. É uma radiação eficiente para o transporte de energia térmica.

“A última palavra em câmeras infravermelhas”



Porque usar termografia do infravermelho?

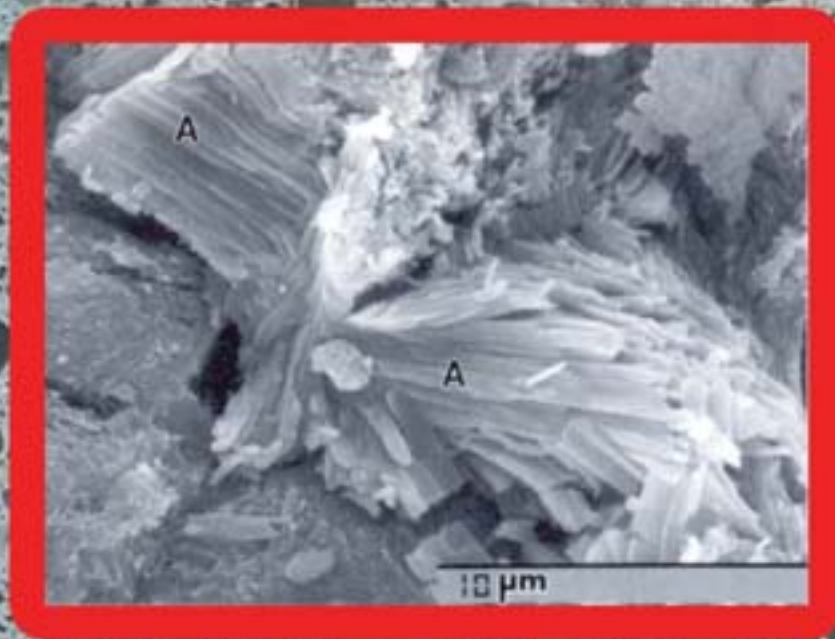
Esta moderna tecnologia NDT identifica fissuras, deslocamentos, presença de armaduras, vazios e água no interior de concretos e qualquer tipo de revestimento. É ideal para edificações, pontes e indústrias. Geração simples e rápida de relatórios, incluindo as funções “drag & drop” com armazenamento de imagens em JPEG. Menu operacional em português. Atualização da imagem térmica em tempo real 60 60Hz. Suporte técnico e treinamento local.

Termografia

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 08

O concreto ao microscópio

SAIBA PORQUE, HOJE, A PETROGRAFIA É UMA DAS PRINCIPAIS FERRAMENTAS DE INVESTIGAÇÃO DE CONCRETOS SUSPEITOS.



Microfotografia eletrônica de varredura ilustrando a quantidade de cristais em forma de agulha (A) em torno de uma partícula de agregado.

ANÁLISE

Michelle
Batista

Quando prédios caem, pisos de concreto soltam pinturas ou poeira, peças de concreto começam literalmente a inchar, o primeiro e certamente único culpado será o concreto. É realmente fácil, com alguma experiência, olhar para um concreto e atribuir-lhe a culpa, mesmo porque, este material feito pelo homem, costuma apresentar sinais claros de

problemas na medida em que ocorrem trincas, eflorescências e descoloração.

A questão da resistência à compressão, sua principal característica, aparentemente é resolvida com ensaios mecânicos. Análises visuais e valores de resistência à compressão podem, no entanto, mascarar a verdadeira causa do problema, exatamente pelo fato de que sintomas superficiais caracte-

rísticos e resistenciais não tão comprometedores podem, na verdade, ser o reflexo de problemas mais complexos e estranhos à maioria dos engenheiros especialistas em estruturas ou em tecnologia do concreto. Ou seja, erra-se no diagnóstico e peca-se na terapêutica.

A análise petrográfica do concreto hoje, através de super microscópios, do nível de

Continua na pág. 14.

CRACK-FÁCIL INJEÇÃO

NADA DE BOMBAS OU FURACÃO.



O novo sistema **CRACK-FÁCIL** é constituído por bicos injetores especiais e o tubo de conexão.



Basta fixá-lo ao longo da trinca e pronto.



A injeção poderá ser feita com adesivo estrutural, através de uma pistola simples



... ou com pistola de duplo cartucho.

A maneira mais fácil e moderna
de monolitizar peças estruturais
com adesivos de ultra baixa
viscosidade e bicos conectores
revolucionários

CRACK-FÁCIL

Tele-atendimento

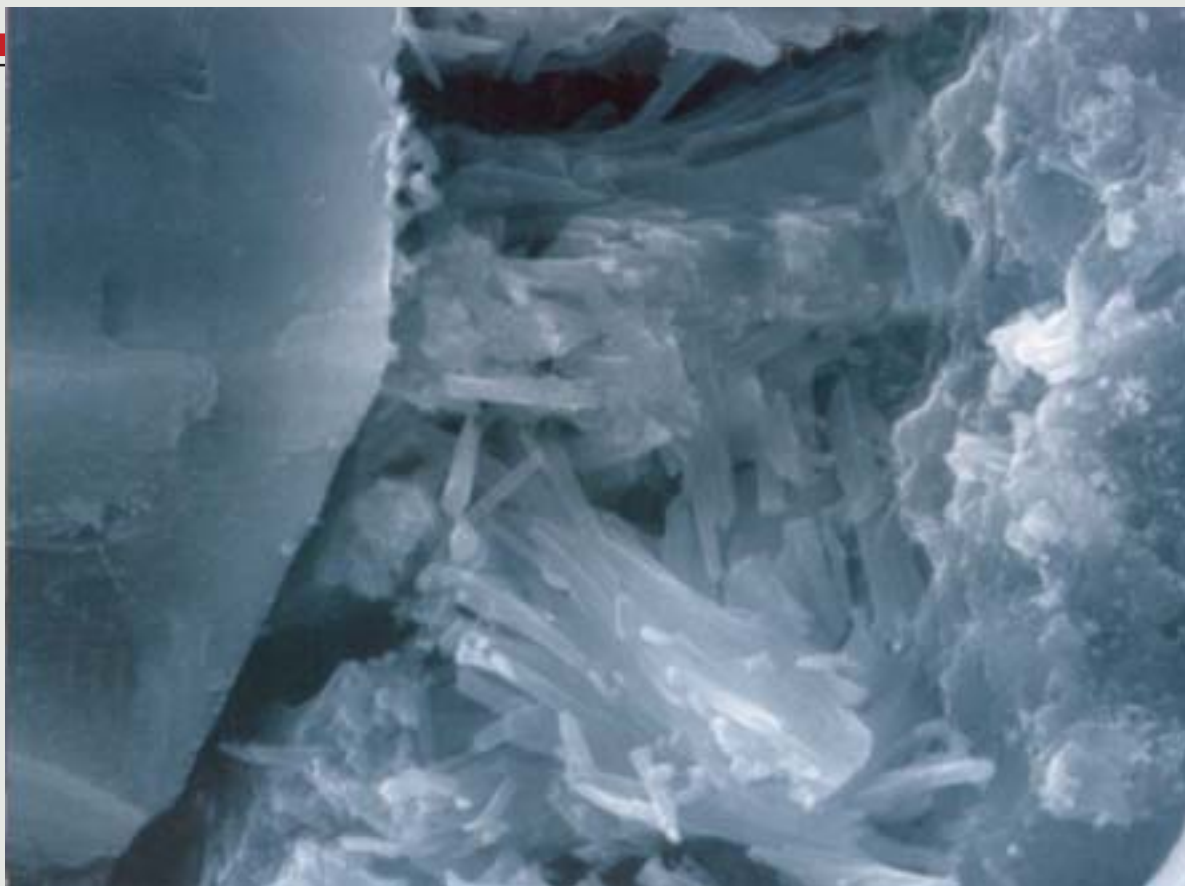
(0XX21) 2493-6740

fax (0XX21) 2493-5553

produtos@recuperar.com.br

Fax consulta nº 10

Microfotografia eletrônica de varredura evidenciando cristais em forma de agulha formado por sais de aluminato e de sulfato de cálcio. Na região direita aparecem cristais de silicato de cálcio e à esquerda vazios capilares e parte de um agregado.



conhecimento dos estados e alterações pertinentes à matriz cimentícia e de normas específicas a este exame é indispensável à patologia da construção.

A petrografia do concreto

Com métodos provenientes da geologia, metalurgia e cerâmica, petrógrafos de concreto descobrem a composição e a classificação deste material, através de corpos de prova com 20 a 30 micrômetros. Alguma coisa como aproximadamente um quarto da espessura média do cabelo humano. Sua ferramenta principal é composta por microscópios petrográficos de luz polarizada e os

eletrônicos de varredura, além do profundo conhecimento da formação e das alterações pertinentes à hidratação da matriz cimentícia, os sinais e sintomas característicos e um vasto conjunto de causas totalmente catalogadas.

Enganam-se os que acham que a petrografia do concreto é uma ciência nova. Nasceu pouco depois do próprio concreto, entre os anos de 1890 e 1900, para atender à solicitação de engenheiros e técnicos que reclamavam de mal formações da matriz por ataques de sulfatos, estados fissuratórios, contaminações etc. Hoje, além do próprio concreto, estes profissionais analisam argamassas, concreto projetado,

rebocos e pisos cimentícios. Tudo à luz das normas ASTM C856 “Prática padrão para exame petrográfico de concreto endurecido”, ASTM C1324 que discorre sobre argamassas e a ASTM C295 que discute a ação dos agregados empregados no concreto.

O processo de análise começa no próprio local da estrutura, investigando-se as condições do local e extraindo-se amostras representativas, segundo a norma ASTM C823 “Prática para exame e amostragem de concreto endurecido nas construções”. Claro que todo histórico deve ser investigado, assim como detalhes do projeto, das características utilizadas na dosagem do

Junta Evazote

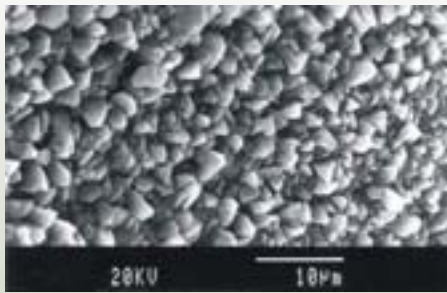
JUNTA EVAZOTE é resistente à ação mecânica e química, ideal para ser aplicado em todo tipo de juntas de dilatação, sejam de pontes ou de edificações. Trata-se de uma borracha extremamente resistente ao tempo e ao desgaste abrasivo, sendo totalmente impermeável, formada com copolímeros de polietileno de baixa densidade e acetato de etíleo vinílico.

100% atóxico, podendo ser usado em contato com água potável.

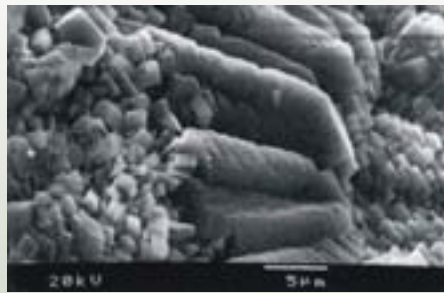


Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 11

Morfologias do CaCO₃ (Carbonato de Cálcio)



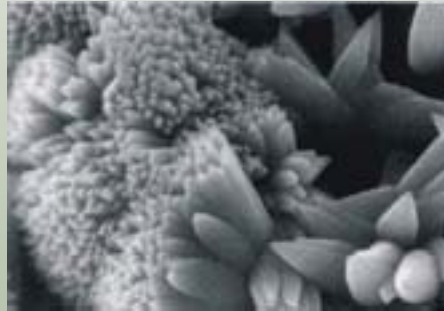
Cristais granulares.



Cristais prismáticos.



Cristais globulares.



Cristais pontiagudos.

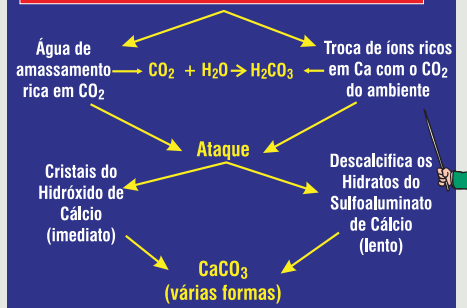
concreto, no seu lançamento e, principalmente, o local e o seus microclimas.

O que a petrografia informa?

O principal objetivo da análise petrográfica do concreto é determinar a natureza e a ex-

tensão da má formação ou das doenças adquiridas pelo compósito concreto armado-protendido, informando, adicionalmente, sua composição, qualidade da mão de obra empregada na elaboração, no lançamento e no acabamento. Com todas estas informações, facilmente, tem-se à disposi-

Carbonatação da Pasta de Cimento Hidratada (agentes externos)



ção uma bola de cristal do que irá acontecer à estrutura no futuro. Portanto, uma vez pisando no terreno minado de um problema qualquer que esteja comprometendo o concreto armado-protendido poder-se-á ter, com a análise petrográfica, o seguinte nível de respostas, que certamente permitirá visualizar o caminho de sua solução:

Composição

- Determinação do tipo de agregado gráudo ou miúdo empregado.
- Natureza da interface entre agregados e matriz cimentícia (pasta de cimento).
- Tipo de cimento empregado e se contém algum tipo de material pozolânico, pigmentos ou fibras dispersas.



Proteja seu piso de concreto contra a ação de ácidos (com grande concentração) e substâncias fortemente alcalinas com o **EPÓXI 28**. Moderníssimo sistema de epóxi novolac e éster vinílico, made in USA, especialmente projetado para suportar tudo aquilo que os melhores epóxios não conseguem suportar.

Ataque Químico não mete mais medo.

Epoxi 28
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 12

- Presença de ar, o tamanho dos vazios e sua distribuição como resultado da má vibração ou incorporação de aditivos com este fim.
- Se há sinais de corrosão na interface aço matriz cimentícia, mesmo que diminutos.
- Presença de outras alterações na matriz cimentícia.

Trabalho de concretagem

- Se o concreto foi elaborado, lançado e compactado corretamente.

- Informa sobre o tipo de cura e acabamento empregados.

Condição presente e futura

- Informa sobre suas características físicas.
- Presença de anormalidades nas amostras.
- Permite estabelecer um prognóstico futuro para o concreto.

Um exemplo típico de solicitação de análise petrográfica é quando há presença de quadros fissuratórios na superfície do

concreto. Usualmente, a olho nu, costuma-se diagnosticar insuficiência na cura e acabamento, prognosticando um inevitável processo de retração. Observações microscópicas vão mais longe e farão, por exemplo, a correspondência do quadro fissuratório à patologia específica e informarão, também, se há poucas partículas de cimento hidratadas e uma correspondente abundância de produtos de hidratação.

Todo trabalho de amostragem exige perícia, significando dizer que as amostras de-



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/m², 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 estradas
- 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
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 13

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 teridos 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. Nº NG-5180BM00.

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

verão representar o problema. Amostras ideais para análise petrográfica são feitas com diâmetro de 5cm, devendo-se retirar tanto da área sintomática quanto das regiões “aparentemente” boas. **T**

fax consulta nº 15



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análise.

www.recuperar.com.br

consultoria@ipacon.com.br

REFERÊNCIAS

- Michelle Batista é química.
- Vaysburd, A.M.; Emmons, P.; Mailvaganam, N.P.; McDonald, J.E.; and Bissonnette, B., “Concrete Repair Technology – A Revised Approach is Needed”, Concrete International, V. 26, Nº 1.
- Vaysburd, A.M.; Brown, C.D.; Bissonnette, B.; and Emmons, P.H., “‘Realcrete’ versus ‘Labcrete’”, Concrete International, V. 26, Nº 2.
- Donald H. Campbell, “Application of the Microscope in the Concrete Industry”, Proceedings of the Third International Conference on Cement Microscopy, Houston.
- Donald A. St. John, Alan W. Poole, and Ian Sims, Concrete Petrography, John Wiley & Sons, New York.

- W.J. French, “Concrete Petrography: a Review”, Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol. 24, Nº 1, The Geological Society.
- Bernard Erlin, “Petrographic Examination”, chap. 22 in Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials, ASTM 169C, Paul Klieger and Joseph F. Lamond editors, ASTM.
- Katharine Mather, “Petrographic Examination”, Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Aggregates, ASTM 169.
- Katharine Mather, “Petrographic Examination”, chap. 11 in Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete-Making Materials, ASTM 169B.



Eu vejo muitos problemas em sua obra...

Você não precisa ter uma bola de cristal para prever problemas em sua obra. Com microscopia eletrônica de varredura, difração de raios X, análise química e muito, mas muito conhecimento podemos ajudar a descobrir problemas em sua obra. Engenharia diagnóstica é conosco. Verifique!

Instituto de Patologias da Construção
Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 16

Migração de íons através dos interstícios ou poros do concreto saturado, provocada pelo posicionamento de concentrações desiguais. Sua estrutura aberta, semelhante a de uma pedra-pomes, faz com que os fracos cristais, quase amorfos, de silicatos de cálcio da matriz cimentícia, solubilizem facilmente tornando-se móveis para reagir, ionicamente, com íons de mesma carga das soluções que adentram o concreto e que tentam se fixar nos compostos hidratados da matriz neutralizando-os, eletricamente, de forma limitada.

Falar em soluções que adentram o concreto significa falar em eletrólito. Uma vez com esta banana quente na mão, quer dizer, dentro do concreto, deveremos estar cientes da ocorrência de interações íon-água, íon-íon e seu balé aquático aleatório dispersivo que, de repente, à semelhança de um cardume de peixes, toma direções preferenciais devido a influência de uma concentração que sobressai, de um campo elétrico que se forma ou de um gradiente de potenciais. Estas diferenças de potenciais que ocorrem ao longo e entre as barras das armaduras, quando em processo de corrosão, promovem campos elétricos suficientes para que bandos de íons se desloquem de uma interface armadura-eletrólito até outra superfície armadura-eletrólito.



Os caminhos do comprometimento

Conheça as estradas pelo interior deste pseudo-sólido chamado concreto armado, que conduzem à sua destruição.



ANÁLISE

Paulo Afonso de Andrade

O concreto, efetivamente, é um pseudo-sólido e está sujeito a contaminações, mudanças de volume e a auto destruição como resultado das interações químicas associadas com o fenômeno da adsorção e de outros mecanismos internos geradores de tensões. Este processo de degradação que ocorre em compósitos sólidos porosos, formados de pasta de cimento portland, agregados minerais e aço (concreto armado-protendido) é pro-

movido por mecanismos de transporte e por movimentos orquestrados que otimizam a transferência das substâncias presentes no meio externo, através da estrutura de poros e interstícios formados originalmente por produtos essencialmente salinos à base de cálcio. Mecanismos estes responsáveis pela inevitável evolução dos produtos das reações químicas e a conseqüente instabilidade dimensional, com sobras para a redistribuição das substâncias produzidas. Tudo

GLOSSÁRIO

Poros – cada um dos orifícios microscópios e/ou macroscópios existentes no interior do concreto aparentemente compacto e sólido.

Porosidade – medida do volume dos poros internos ou vazios.

Silicato de cálcio – sal do metal alcalino cálcio. Os silicatos dos metais alcalinos são bastante solúveis em água. Sal ou éster derivado do ácido silícico.

Lixiviação – remoção dos elementos da matriz cimentícia pela dissolução com a água que circula dentro do concreto.

Pensando em impermeabilizar...

lado negativo

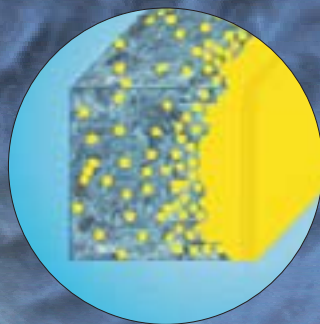
ou

lado positivo

use

cristalização

PENETRON



Capillary active hydrophilic waterproofing

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



barragens



Metrôs



ETEs



Túneis

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

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

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

Porque o concreto é um falso sólido?

Primeiramente porque nem todo seu volume está preenchido pela fase sólida. Além dos casos em que a composição é incorreta, seja por deficiências de cálculo ou na fabricação, os vazios ou poros resultam, normalmente, de três causas.

- 1 - Na fabricação, lançamento e vibração, o excesso de água empregada no amassamento, além da necessária para a hidratação, permanece livre após todas as reações e, ao sair por evaporação, deixa vazios em seu caminho.
- 2 - Parte do ar emulsionado com os componentes durante a execução do concreto fica retida durante as operações da concretagem, ocupando volumes que podem ir de 10 a 50 litros por metro cúbico, quer dizer de 1 a 5% do volume do concreto e até mais.
- 3 - Como o volume absoluto dos componentes hidratados da matriz é inferior a soma dos componentes não hidratados, o espaço ocupado pela matriz hidratada é inferior ao da matriz antes do endurecimento, seja qual for a relação água-cimento.

Antes da pega, a exsudação e o assentamento dos sólidos são os principais responsáveis pela formação dos canalículos. A 3ª causa acima faz ver que quanto maior o grau de hidratação da

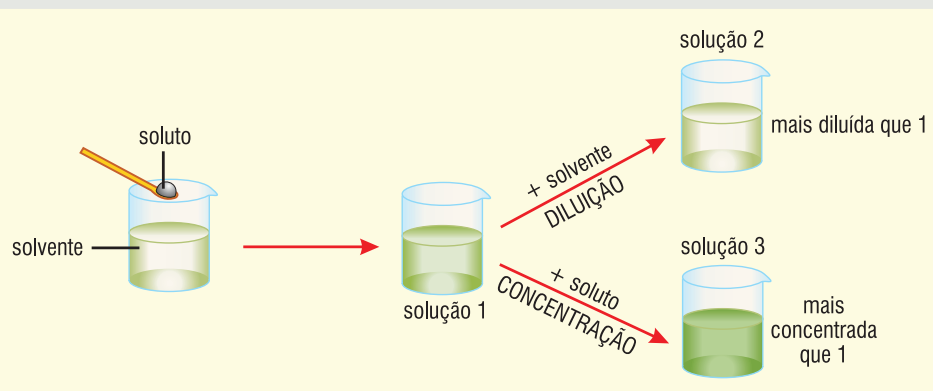
matriz, maior a permeabilidade do concreto, tanto verdade quanto se permite a saída rápida da água do concreto devido a secagem. Caso se conserve a água por muito tempo dentro do concreto, o próprio aumento da quantidade de hidratação da matriz promove a fixação da água livre, por absorção, às superfícies formadas, diminuindo o volume dos poros. Logo, para se obter uma boa impermeabilidade é necessário proceder uma cura adequada. O falso sólido chamado concreto, portanto, ficará sujeito a três tipos de ataque químico, em função de sua rede de poros: lixiviação, reações de troca iônica e por expansão.



Simulação: a rede de vazios microscópicos presente em todo tipo de concreto.

tâncias adentrantes dissociam-se ionicamente, carregando cargas de sinais opostos. O exemplo clássico é a água da chuva que lava a brisa marinha, carregada de sais, entre eles o cloreto de sódio, NaCl, que dissocia-se em Na^+ e Cl^- , introduzindo-se nas estruturas de concreto das edificações. No próprio interior do concreto, a cal hidratada, ou seja, o hidróxido de cálcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$, em presença das soluções que adentram, dissocia-se em Ca^+ e OH^- . Assim, os quatro cavaleiros do apocalipse, quer dizer, mecanismos de transporte encarregam-se de levar a solução com os íons a reboque ou os próprios íons através da solução. A penetração deste exercício de cargas no concreto é tão devastadora quanto um tsunami. Esta penetração, no entanto, efetuada segundo aqueles mecanismos de transporte, irá dar de cara com algumas armadilhas naturais do tipo osmose, adsorção e sucção que, no final das contas, a afetarão profundamente. Assim, vamos de encontro aos quatro mecanismos de transporte.

Permeabilidade, significa a velocidade com que um fluido “viaja” pelo interior do concreto quando atrás dele há uma pressão. Em peças estruturais de concreto armado tipo barragens, tanques etc, esta pressão é formada por níveis elevados de líquidos. Tecnologistas definem permeabilidade na base do nível d’água de cada lado da amostra de concreto analisada, em metros ou centímetros e, quase sempre, encontram o valor típico de 10^{-12} m/s. Claro que um concreto com alta permeabilidade deixará entrar líquidos e gases, geralmente recheados de produtos extremamente tóxicos à matriz cimentícia, culminando com sua destruição a médio ou longo prazos.



Solução - mistura homogênea com pelo menos um tipo de substância (soluto) disseminada em outra (solvente), para explicar soluções mais ou menos concentradas que adentram no concreto.

a ver com a durabilidade das estruturas de concreto armado-protendido. Existem, basicamente, quatro mecanismos de transporte responsáveis por tudo que ocorre de ruim lá dentro do concreto: permeabilidade, difusão, eletromigração e migração térmica.

Os mecanismos de transporte

Mas o que, efetivamente, flui pelas estradas formadas por poros e capilares da massa endurecida do concreto? Fluidos, aqueles corpos que, não tendo forma própria como os líquidos e gases, têm em comum a propriedade de poder tomar qualquer for-

ma sob efeito de forças tão pequenas quanto se queira. Exatamente, líquidos como a água, encharcada de substâncias químicas e gases bem complicados. Uma vez imersas no ambiente salino do concreto, na forma de soluções, as moléculas daquelas subs-



Os gases que adentram ou que estão presentes no interior do concreto são perfeitamente solúveis na solução lá presente, e dependem intensamente da temperatura e da pressão atuante. O teste com a garrafa de água mineral gasificada tampada com uma bola de assoprar dentro de uma panela com água quente mostra a influência da temperatura.

GLOSSÁRIO

Ionização – processo ao fim do qual uma molécula ou um átomo neutro se torna portador de uma carga elétrica positiva ou negativa.

Solução – líquido que contém substâncias dissolvidas. Mistura homogênea de duas ou mais substâncias que apresentam uma única fase.

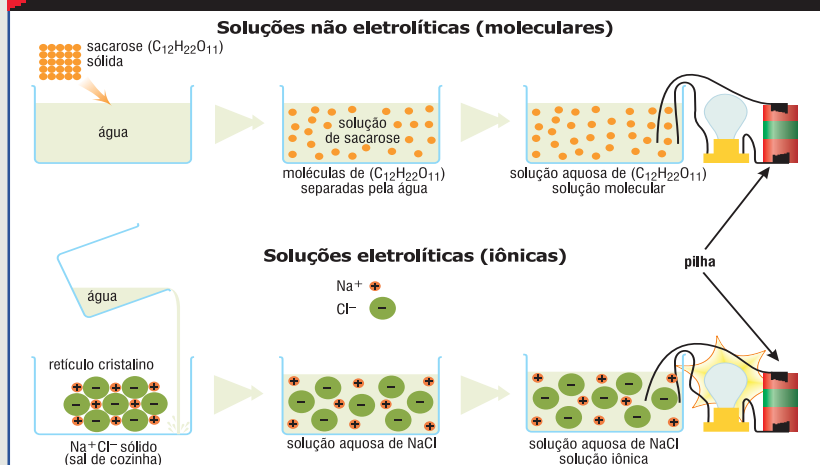
Concentração – quantidade de uma substância contida em uma unidade de volume.

Gradiente – inclinação ao longo de uma direção, seja de uma estrada, canal, tubulação etc.

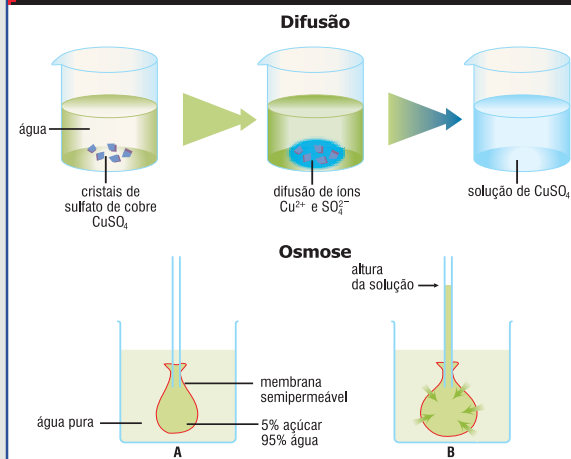
Emulsão – meio heterogêneo constituído pela dispersão, sob a forma de glóbulos microscópicos de um líquido em outro líquido no qual o primeiro não é miscível. Ex.: leite, onde a fase dispersa é a gordura e o dispersante é a água.

Emulsionar – emulsificar, dispersar um líquido em um meio onde é insolúvel, afim de se obter uma emulsão.

Exemplo de solução condutora (corrente iônica) e não condutora



Exemplos de difusão e osmose



Difusão, é aquela situação em que íons “viajam” através do concreto saturado sem propriamente haver um fluxo d’água. Ocorre basicamente pelos gradientes de concentração que se instalam pelo interior do concreto. Quer dizer, quando uma solução fortemente concentrada faz contato com uma solução fracamente ou nada concentrada, íons migram entre as duas soluções até que haja uma mesma concentração. Da mesma maneira, a difusão da umidade ocorrerá quando a concentração de uma solução não na forma líquida, mas na forma de vapor “viajar” através dos poros de uma peça de concreto não saturado. Vale reprimir que a transfusão da difusão dos íons só ocorre aos pares e com craxás de cargas iguais e opostas. Na falta desta condição, irão agregar valores, promovendo o aparecimento de inúmeras regi-

ões com potenciais elétricos crescentes, os quais eletromigrarão pra onde ninguém sabe, em função dos choques ou das diferenças de potencial que ocorrerão.

A **eletromigração** ocorre quando está presente um campo elétrico, ou porque não dizer, quando surgem diferenças de potenciais. Este campo ou esta diferença de potenciais, no entanto, também é frequentemente gerada pelos potenciais elétricos presentes ao longo das superfícies das armaduras. Também são gerados, de forma menos freqüente, por fontes externas de corrente contínua. A eletromigração é medida pela resistividade elétrica do concreto, já que é a única condição através da qual o concreto pode conduzir eletricidade. Desta forma, diferentemente da condução por elé-

GLOSSÁRIO

Soluto – substância dissolvida em um solvente.

Difusão – dispersão de uma substância em um meio fluido. Transporte de massa num sistema, espontâneo e irreversível, provocado pela existência de gradientes de concentração.

Adsorção – retenção, adesão ou concentração de um gás ou de um líquido na superfície de um sólido. Acumulação de uma substância apenas na superfície, com formação de gradiente de concentração nas vizinhanças desta superfície.

Pressão – quociente da intensidade da força que se exerce uniformemente sobre uma superfície e perpendicularmente a esta, pela área dessa superfície.

Absorção – penetração e fixação de uma substância, usualmente líquida ou gasosa, no interior de um a outra, geralmente sólida.

Osmose – um tipo particular de difusão entre duas soluções com concentrações diferentes, através de membranas semi-permeáveis. Quando a membrana é permeável também ao soluto, o fenômeno que ocorre é a da difusão.

Existe uma maneira de interromper a

Reatividade de Álcali-Sílica

SIM. HÁ.

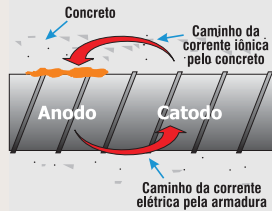
- Para estruturas existentes:
RENEW (LITHIUM FÓRMULA)
- Para estruturas a serem executadas:
LIFETIME (LITHIUM FÓRMULA)

RENEW/LIFETIME

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

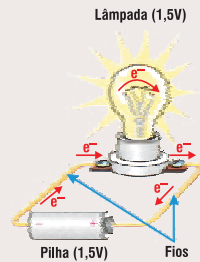
Os dois tipos de correntes que detonam a corrosão no concreto armado

A corrente eletrônica e iônica em ação é igual...



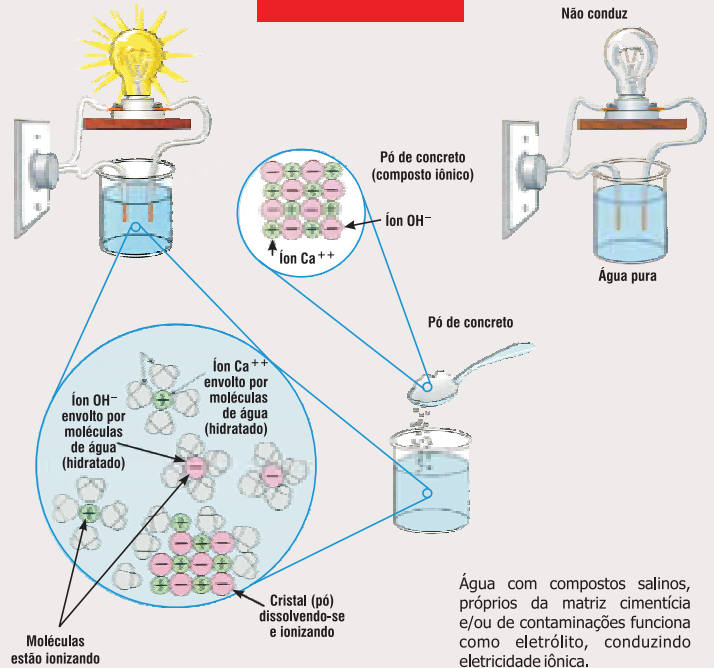
Os dois tipos de corrente em ação.

...a corrente eletrônica mais...



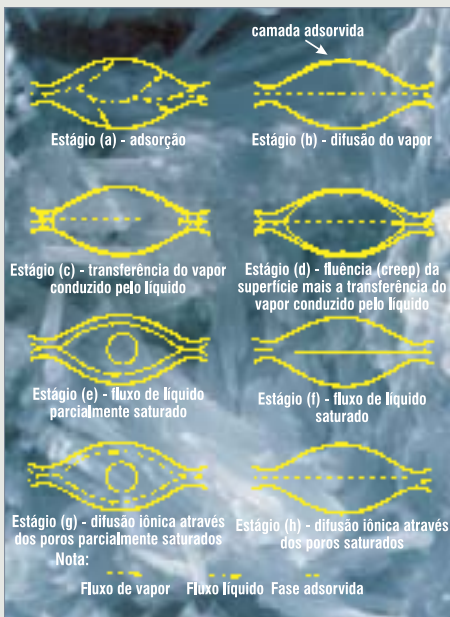
Um exemplo clássico de corrente eletrônica, com a passagem dos elétrons através dos fios.

...a corrente iônica



Água com compostos salinos, próprios da matriz cimentícia e/ou de contaminações funciona como eletrólito, conduzindo eletricidade iônica.

trons, como ocorre ao longo das superfícies das armaduras, a condutividade no concreto permite a passagem de corrente contínua suficiente para introduzir íons como os cloretos para o interior das peças estruturais.

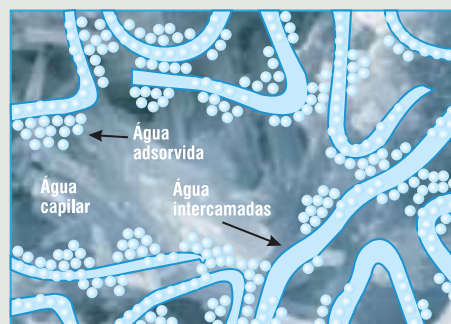


Modelo idealizado para os estágios de gases, líquidos e íons dentro do concreto. Por conveniência, idealizou-se um simples poro com um pescoço em cada extremidade. Um fluxo de vapor incide da esquerda para a direita em (a) até (f) e um fluxo iônico incide em (g) e (h).

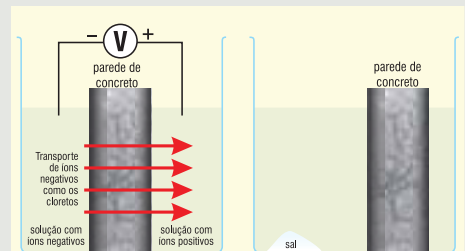
A **migração térmica** é o movimento adquirido pelos fluidos no interior do concreto devido as diferenças de densidades promovidas por diferenças de temperatura. Assim, ocorrem movimentos da solução das regiões quentes para as frias, com velocidade dependente da permeabilidade do concreto. Nos concretos saturados com soluções relativamente quentes, devido a ação do sol, haverá migração dos íons para as regiões mais frias, preferencialmente, portanto, da superfície para o interior das peças estruturais.

As armadilhas naturais

Quando consideramos a movimentação de íons pelo interior do concreto, como já expomos, existirão, basicamente, três tipos de “armadilhas” naturais que afetarão aque-



Diferentes formas de água na matriz.



Como a **eletromigração** se processa. Quando um campo elétrico ocorre, os íons negativos presentes no concreto irão se mover em direção à região positiva.

Um processo de **difusão em andamento**, quando o sal dissolve na água, que adquire concentração uniforme, adentra os poros do concreto.

les mecanismos de transporte, anteriormente apresentados, através do concreto:

A **adsorção** é um fenômeno extremamente importante quando consideramos materiais porosos, como o concreto. Na maioria das vezes, quando uma solução rica em íons adentra pelo concreto, praticamente a totalidade destas cargas serão adsorvidas antes que atravessem a peça estrutural. Assim, os íons moleculares adentrantes aderem às superfícies sólidas dos hidratos do fardo silicato de cálcio da matriz tanto pelas forças físicas da adesão como também pelas ligações químicas pertinentes.

O fato de soluções aquosas de eletrólitos, fracas ou fortes, conduzirem corrente elétrica, fornece-nos a evidência mais direta da existência de íons com movimentos independentes



A **sucção capilar** se manifesta quando a solução adentra e se instala por tensão superficial, através dos finos capilares do concreto, estejam eles umedecidos ou molhados. Um exemplo interessante do poder de sucção capilar no concreto é quando repousamos uma amostra de concreto, pela metade, imersa em água salgada durante alguns meses. A solução adentrará pelos capilares e poros do concreto pelo mesmo efeito de um pavio molhado de um candeeiro, até o nível em que a solução simplesmente começará a evaporar. Observar-se-á que os poros próximos à superfície ficarão completamente cheios de sal cristalino, promovendo pressão suficiente para dar impulso a deslocamentos. Esta patologia é típica nas regiões costeiras com pouca chuva.

GLOSSÁRIO

Tensão superficial – medida do trabalho necessário para aumentar a área da superfície livre do líquido. Energia por unidade de área de uma interface que separa um líquido de um sólido, um gás de um sólido ou um líquido de um gás.

Concentração – um exemplo típico explica: uma solução com sal NaCl em água contém 50g desse sal para cada litro da solução. Diz-se que esta solução tem concentração 50g/litro. Um outro exemplo: uma solução apresenta acidez de 5%. Significa que cada 100g da solução contém 5g de ácido e 95g de água. Quando a concentração de um componente de uma solução é muito baixa, a forma de exprimi-la é em partes por milhão, ou, simplesmente, ppm, que significa quantas unidades um componente há em 1.000.000 ou 10⁶ unidades da mistura.

Viés – linha oblíqua.

A **osmose** dependerá das barreiras existentes através das paredes das “cavernas”, existentes no sólido poroso chamado concreto, que funcionam como membranas ou filtros semi-permeáveis à movimentação das soluções adentrantes. Quer dizer, a água passa mas o material dissolvido não passa facilmente.

A durabilidade do concreto

Pensar em durabilidade do concreto é complicado após todos estes processos intrínsecos à sua natureza. Mesmo o maior dos recobrimentos, em ambientes hostis como o industrial ou marítimo, só retardará o processo de destruição do concreto armado-protendido. De todos os processos de destruição a que o concreto armado-protendido está sujeito, o da corrosão do aço é o que, efetivamente, desfila com viés de intervenção mais significativa. Falam os números.

Os processos de corrosão por transporte de massa desembastados pela difusão do oxigênio, do dióxido de carbono e dos cloretos é que fazem, verdadeiramente, murchar a bola das estruturas de concreto armado-protendido. E o que vemos ainda, infelizmente, no mercado nacional são projetistas dimensionando estruturas de concreto armado-protendido para ficarem em contato direto com toda a sorte de poluentes, sem qualquer tipo de prevenção catódica para as armaduras, além de barreiras temporárias à penetração das soluções que funcionarão como eletrólito

à corrosão no interior do concreto armado. Na outra extremidade são as empresas de recuperação promovendo serviços de recuperação estrutural em estruturas afetadas essencialmente por corrosão, utilizando metodologias “clássicas” à base de massas pré-fabricadas e/ou primers ricos em zinco que só pioram a situação eletroquímica do aço.

fax consulta nº 20



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Concreto.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Paulo Afonso de Andrade é engº químico.
- Gregg, S.J. and Sing, K.S.W., Adsorption, surface area and porosity.
- Crauston, R.W. and Inkley, F.A., The determination of pore structures from nitrogen adsorption isotherms, Advances in catalysis.
- Feldman, R.F., applications of the Helium inflow technique for measuring surface area and hydraulic radius of hydrated portland cement.
- Feldman, R.F., Helium flow characteristics of rewetted specimens of dried portland cement paste.
- Feldman, R.F., the flow of Helium into the interlayer spaces of hydrated portland cement paste.
- Mikhail, R.S.R., Brunauer, S., and Bodor, E.E., Investigation of a complete pore structure analysis: 1. Analysis of micropores, J.Coll. inter.sci

Juntas serradas em pisos e lajes?

Só com Epóxi Semi-Rígido 36

A melhor solução para juntas serradas é o EPÓXI 36. Adere nas bordas, permitindo que a junta “trabalhe” adequadamente. Não deixa as bordas quebrarem.



Use Tecnologia.

Use EPÓXI 36

Epóxi 36

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 21



TIROS EM ESTRUTURAS

UMA PISTOLA, ALGUNS CARTUCHOS E PINOS. É O QUE VOCÊ PRECISA PARA TER NA HORA A VERDADEIRA RESISTÊNCIA DO CONCRETO ARMADO.

ANÁLISE



Carlos Carvalho
Rocha

Casos e mais casos de edificações residenciais, industriais e obras de arte com sintomas de deficiência estrutural deixam engenheiros e técnicos sem resposta com relação à resistência à compressão do concreto armado-protendido. Não é para menos pois, hoje, há um sem número de estruturas balzaquianas sem que tenham tido qualquer tipo de acompanhamento ou checagem após sua construção.

Trinta anos de grandes transformações na indústria do concreto, com a introdução de novos aditivos, novas técnicas de execução, cálculo e, o que é grave, acompanhadas de uma desaceleração nos padrões da mão de obra de execução e supervisão. O desejo impaciente de se conhecer a resistência à compressão do concreto armado, muitas das vezes com surpresas desagradáveis, aos 28 dias pode e deve ser evitado

com o acompanhamento de sua evolução, através de métodos confiáveis e práticos de verificação.

Mas, a situação mais desesperadora é entrar numa edificação sintomática de danos estruturais sem um equipamento confiável de modo a se obter a primeira e mais desejada informação: a resistência a compressão do concreto. Extração de corpos de prova nem pensar. É caro e demorado. O uso do

Continua na pág. 32.

A VERDADEIRA RESISTÊNCIA DO CONCRETO?



PISTOLA WINDSOR

- 100% eficiente.
- Normatizada pela ASTM C-803 e outras.
- Memória e acesso para PC.
- Valores rápidos.
- Econômica.
- Inteligente.



PISTOLA WINDSOR

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 32

exclerômetro é questionado devido a situação e a variabilidade da superfície do concreto. A cravação de pinos, efetivamente, é o teste não destrutivo mais eficiente,

muito embora não seja totalmente NDT, pelo fato de que, ao remover-se os pinos do concreto poder-se-á deixar pequenos buracos.

A pistola Windsor

A pistola finca pinos não é novidade entre nós. No entanto, pouquíssimos pro-

Trincas e Fissuras em Pisos e Lajes?

Só com Epóxi Semi-Rígido 36

Abrir sulcos e preenchê-los com argamassa pré-fabricada não dá certo. Passe a Makita na trinca ou fissura e aplique EPÓXI 36. Colagem garantida sem quebra-quebra. Durabilidade assegurada.



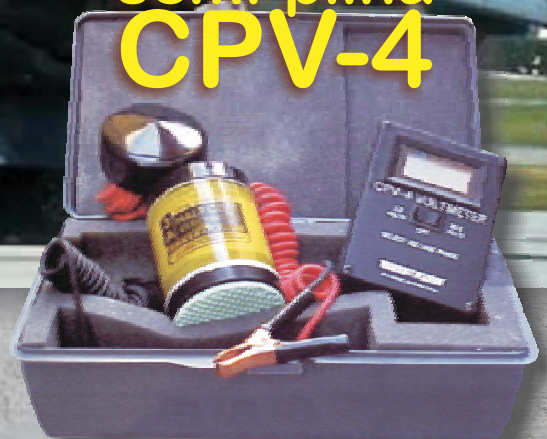
Use Tecnologia.
Use EPÓXI 36

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 33

TECNOLOGIA?

só com
semi-pilha
CPV-4

Para medir os potenciais de corrosão no concreto armado já está disponível o novo conjunto semi-pilha CPV-4 com voltímetro digital. A semi-pilha CPV-4 é um revolucionário instrumento que mede os potenciais de corrosão em superfícies de concreto armado e protendido. Com este equipamento poder-se-á levantar ou monitorar, de tempos em tempos, possíveis estados de corrosão e a sua velocidade, antes que a estrutura apresente sinais de ruína por sintomas de corrosão (desplacamentos).



CPV-4
Tele-atendimento
(0XX21) 2494-4099
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 34

fissionais dominam esta técnica e não há muitas informações a respeito de sua performance e padronização com os equipamentos existentes nacionais. Esta técnica nasceu nos EUA, na década de 60, ficando muito tempo restrita a pessoal de laboratório.

A pistola Windsor é um sistema crava pinos, moderna e padronizada pelas normas americanas ASTM C803, ACI 347-78 e pelas normas ANSI.A10-3 e BS 1881-297. Baseia-se na relação que associa a profundidade de penetração de um pino de aço com a resistência do concreto. É, portanto, um teste ultra rápido e realmente confiável, que determina a resistência a compressão de peças estruturais e que usa pinos e cartuchos padronizados no mundo inteiro. A profundidade da cravação é medida com um micrômetro de precisão eletrônico.

Características da Pistola Windsor

Sua performance baseia-se na precisão, ao longo de 50 anos, do inventor desta técnica.

A delimitação e a preparação da superfície antes do teste de resistência com a pistola windsor.



ca. Com todo este tempo de trabalho e padronização, configurou-se uma série de características para este tipo de NDT:

- É 100% seguro. Dispositivo apropriado impede tiros acidentais.
- É pequena, prática e oferece resultados 100% confiáveis.
- É usada corriqueiramente para acompanhar a evolução da resistência à compressão/tração de estruturas, antes e após os 28 dias.

são/tração de estruturas, antes e após os 28 dias.

- Sua praticidade e preço reflete-se em economia:
- Na liberação de fôrmas.
- Início da pós-tensão.
- Mantém e aumenta a performance da obra.
- Assegura a qualidade do concreto entregue logo nas primeiras idades.

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



RECUPERAÇÃO DE OBRAS INDUSTRIAIS E PREDIAIS.

Recuperação estrutural sem paralização das atividades.



ESTE-REESTRUTURA

Reforço, recuperação estrutural e obras especiais.

Pabx: (11) 4614-9393

Rua Piracicaba, 230 Jd. Eliana

Cep 06716-100 Cotia SP

www.esteestru.com.br

comercial@esteestru.com.br

- Ponte dos Remédios •
- Aeroporto de Cumbica • Furnas Centrais Elétricas • Ponte da Freguesia do Ó • Tribunal de Contas SP • Terminal Ilha Redonda Petrobrás • Córrego Sumaré • Polícia Militar do Estado de São Paulo • Cia Pernambucana de Saneamento

COM O COMPROMISSO DE RECUPERAR E VALORIZAR O SEU PATRIMÔNIO

RECUPERAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL

- REFORÇOS METÁLICOS
- REFORÇOS COM FIBRA DE CARBONO
- CONTENÇÃO DE ENCOSTAS E TALUDES
- CONCRETO PROJETADO
- RESTAURAÇÕES E REVITALIZAÇÕES

TECNIPOL®

Fone.: (11)

5666-6622

DESDE 1975

www.tecnipol.com.br

e-mail: tecnipol@tecnipol.com.br



Será que sua estrutura passa no teste de corrosão?

Agora está mais fácil checar a corrosão nas estruturas de concreto armado-protendido. Com o LÁPIS SEMI-PILHA CPV4 e um simples voltímetro tudo fica mais prático e rápido. Por apenas R\$ 410,00 você fica sabendo de tudo o que está acontecendo com sua estrutura. É quanto custa o LÁPIS SEMI-PILHA CPV4. Nunca foi tão fácil ter respostas tão complexas.



Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 35

- Dispõe de umidade de medição eletrônica para medição.

Os procedimentos para o teste

Dever-se-á escolher os locais das peças estruturais a serem investigadas, que apresentem uma variação normal em suas propriedades e condição. No entanto, regiões da estrutura que estejam trincadas, com presença de segregação ou qualquer outro dano deverão ser evitadas. A área do teste deverá ser plana e característica. Caso haja imperfeições na superfície, dever-se-á aplainá-la com um disco de desbaste, obtendo-se um área mínima com 5cm de diâmetro. O número de testes dependerá do tamanho da peça estrutural a ser investigada. A norma ASTM C803 – “Método

do padrão para resistência à penetração de concreto endurecido” recomenda que a profundidade de penetração média de três pinos cravados, de acordo com um molde fornecido, constitui um teste para cada área específica. Posiciona-se a pistola de encontro e perpendicular à superfície da peça, o que é facilitado com um aparelho fornecido pelo fabricante. Aperta-se o gatilho e pronto. O pino está cravado e pronto para ser lido.



GLOSSÁRIO

Varição normal – distribuição gaussiana. □ Uma distribuição contínua simétrica, comumente conhecida como uma curva em forma de sino, que descreve a distribuição dos resultados de experimentos, processos e fenômenos.

fax consulta nº 36



RECUPERAR

Para ter mais informações sobre Análises.

www.recuperar.com.br

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é Engenheiro Civil, especialista em serviços de recuperação.

Endurecedor de pisos **DURO 10**



Duro 10 é a solução. É incolor, inodoro e não polui a natureza, pois é à base d'água. Quando penetra na superfície do concreto ou de paredes emboçadas, torna-as extremamente duras, densas e praticamente impermeáveis. Com este simples tratamento, cessam a poeira e as marcas de pneus, incrementando no piso enorme resistência química a uma grande quantidade de ácidos e bases de baixa concentração. A composição do DURO 10 tem novas substâncias que, antes de proceder o endurecimento da superfície, promovem a limpeza dos poros do concreto. Uma nova composição para a antiga fórmula de endurecer pisos.

Tele-atendimento
(0XX21) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 37

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) 2493-6740
fax (0XX21) 2493-5553
produtos@recuperar.com.br
Fax consulta nº 38