



Eco-impacto

Já é possível avaliar estruturas de concreto com precisão.



O computador do eco-impacto e o seu software.

Joaquim Rodrigues

Recuperar estruturas de concreto armado sem um preciso diagnóstico da causa do problema, significa condená-las a um mal maior do que o existente. Dispomos, hoje, de um arsenal de equipamentos e técnicas que tornam possível identificar, de forma precisa, todo e qualquer problema no concreto armado. O eco-impacto é mais uma técnica que consideramos imprescindível para a obtenção de diagnósticos precisos quando desejamos avaliar anormalidades nas estruturas de concreto armado ou protendido, sejam novas ou antigas.



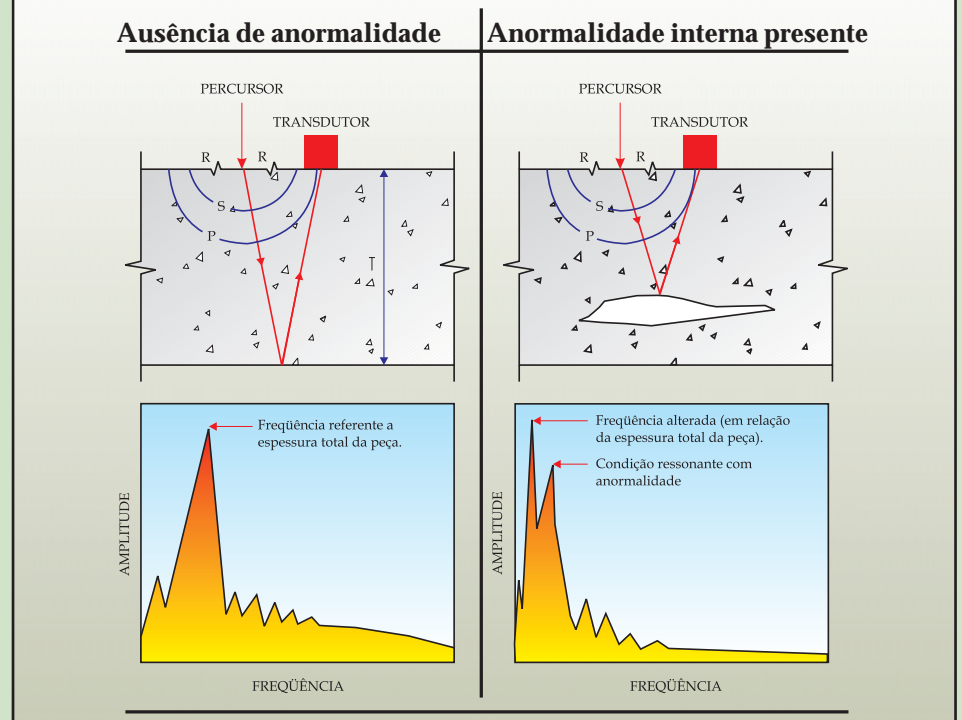
O eco-impacto tem a opção de vários tipos de percussores: à esquerda está o que tem 3 batedores. O da direita oferece 8 batedores.

O método do eco-impacto

A técnica do eco-impacto usa reflexões de ondas dentro do concreto para localizar anomalias em sua massa. Diferentemente do ultrassom, que se baseia na passagem de ondas através do concreto, com conseqüente determinação da velocidade resultante, o eco-impacto necessita de apenas uma superfície ou um lado da estrutura para análise (figura 1).

Trata-se, portanto, de um teste não destrutivo (NDT), desenvolvido a partir dos anos 80, e que se baseia na análise de ondas de compressão geradas por impactos elásticos na superfície do concreto. Durante os anos 90, novas pesquisas no campo da propagação de ondas no concreto, geradas por tensões superficiais aplicadas, permitiram, com o uso de computadores, aumentar ainda mais o espectro de soluções para os problemas estruturais. Problemas simples como a existência de trincas em peças estruturais ou ausência de calda no interior de cabos de protensão, e

Figura 1 - Como as ondas de eco-impacto detectam anomalias na massa do concreto.



ENTENDA MAIS SOBRE AS “ONDAS”

Onda é um fenômeno físico periódico no qual se evidencia o transporte de energia mediante a perturbação do meio elástico (no nosso caso o concreto). Uma onda caracteriza-se pela velocidade do transporte de energia (velocidade de grupo), pela frequência do fenômeno periódico e pela sua amplitude. Cada partícula de concreto percorrida por uma onda efetua um movimento periódico em torno de sua posição de equilíbrio. Não há, porém, deslocamentos das mesmas, já que a onda não transporta massa. A frequência do movimento periódico das partículas, isto é, o número de oscilações em relação ao tempo, é a mesma que a da onda. O lugar geométrico dos pontos do concreto que têm, num determinado instante, a mesma fase, constitui as frentes de onda. É possível que no meio existam pontos que permaneçam sempre na posição de equilíbrio. Logo, as frentes de onda que passam por estes pontos estão sempre estacionárias e a onda se diz estacionária. Por outro lado, existem pontos em que todas as frentes de onda se deslocam. São as chamadas ondas progressivas e podem ser representadas por equações senoidais. A distância entre duas frentes consecutivas, que correspondem a fases coerentes, chama-se comprimento da onda. As frentes de onda se deslocam através do concreto e a velocidade de deslocamento chama-se velocidade de fase. A amplitude da onda determina a energia que pode transportar, podendo ser medida pelo máximo afastamento das partículas do concreto em relação à posição de equilíbrio. A onda pode ter amplitude constante e se propaga, então, sem dissipação de energia. A sua amplitude pode também decrescer, devido à dissipação de energia por um processo de absorção ou por uma redistribuição de energia. Caracterizam-se por serem ondas de tensão, podendo ser ondas de torção, como as que ocorrem em vigas metálicas contraventadas, sujeitas a esforços periódicos de torção, como também de compressão, cisalhamento e etc, resultantes de esforços exercidos sobre, no nosso caso, o concreto.

Uma onda de choque é uma onda de tensão, mais precisamente de compressão muito intensa e, em geral, de pequena duração. De uma maneira geral, as ondas que se propagam num meio muito denso e rígido são muito rápidas.

Uma onda transiente é aquela que se modifica assintoticamente (linha reta que é tangente, no infinito, a uma curva plana) com o tempo. Os equipamentos chamados transdutores, transformam um sinal de determinado tipo num de outro tipo. Por exemplo, um alto falante é um transdutor eletroacústico, já que transforma oscilações elétricas em ondas acústicas. Um cristal de quartzo piezoelétrico é um transdutor mecanoelétrico, pois transforma impulsos mecânicos em sinais elétricos.



Figura 2 - Vigas em balanço pré-moldadas e protendidas de um viaduto.



Figura 3 - A extremidade da mesma viga com evidente dano por corrosão na ancoragem da protensão.

até mesmo a formação de etringita são detectados com o eco-impacto.

Com um dispositivo percussor, promove-se um impacto na superfície do concreto, ocorrendo com isto uma onda transiente de tensão que se propaga como uma frente de onda de compressão (ondas P) e de cisalhamento (ondas S), assim como ao longo da superfície (ondas R). Qualquer problema que exista no interior do concreto altera o retorno destas ondas, assim como qualquer interface que possa existir (junta fria por exemplo) dentro da peça. As ondas refletidas são então captadas e analisadas por um transdutor instalado próximo ao local

do impacto. As velocidades destas ondas são função da densidade do concreto, do teor de umidade existente assim como de outros fatores pertinentes a cada concreto. Todas estas variáveis, assim como a análise do espaço de tempo no retorno das ondas que objetivarão o cálculo da profundidade desejada, fazem com que estas ondas sejam transformadas em frequências, utilizando-se transformador de Fourier. O espectro da amplitude resultante é usado para identificar as frequências dominantes presentes na forma de ondas, pelo fato de que são produtos de múltiplas reflexões de ondas entre interfaces heterogêneas, podendo-se usá-las

para determinar também se a estrutura é absolutamente monolítica ou se existe qualquer anormalidade no seu interior. Todo tipo de estrutura, sejam tabuleiros de pontes, vigas, pilares etc, apresenta frequências bem características quando submetidas a impactos. A presença de anormalidades altera esta resposta.

A velocidade da onda no ultrassom, assim como o eco do batimento da técnica do eco-impacto utilizam da mesma forma transdutores de alta frequência. O ouvido humano pode ouvir sons a partir de 20khz, ao passo que o eco-impacto utiliza frequências inferiores a este.

Casos típicos de utilização do eco-impacto

Estruturas protendidas

A onda de tensão gerada pelo impacto criado em uma placa de concreto, sua propagação através de toda a espessura, reflexão na extremidade oposta e retorno à superfície (figura 5a). Os maiores deslocamentos são causados pela onda P que, na medida em que reflete, volta a bater na superfície de origem da placa (já que o contato normalmente é com o ar), produzindo uma condição ressonante. Esta ressonância pode ser vista como um simples pico de grande amplitude no espectro do gráfico da figura 5a. O pico corresponde à frequência de reflexão da onda P entre a região superior e a inferior da placa de concreto. Conhecendo-se a velocidade da onda P, determina-se a espessura da placa. Na figura 5b, poder-se-ão ver as diferenças existentes entre os tipos de reflexão que ocorrem entre interfaces do concreto e aço para um típico cabo de protensão perfeitamente injetado com calda de cimento. Note que a resposta levou em conta a mesma espessura da placa de concreto. No entanto, ainda há um pico de pequena amplitude, devido a presença das cordoalhas, dentro da bai-

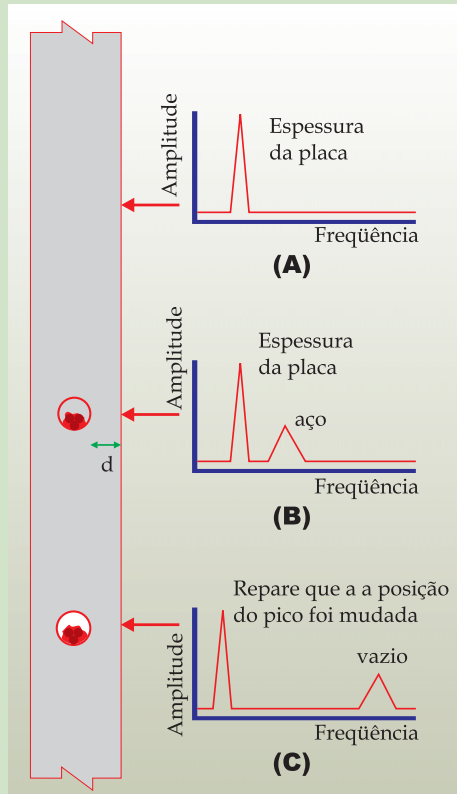


Figura 5 - Ilustrações das respostas do eco-impacto obtidas em laboratório em uma placa padrão de concreto (A), a placa contendo uma bainha bem preenchida (B) a placa com bainha não preenchida (C).



Difícil de analisar?

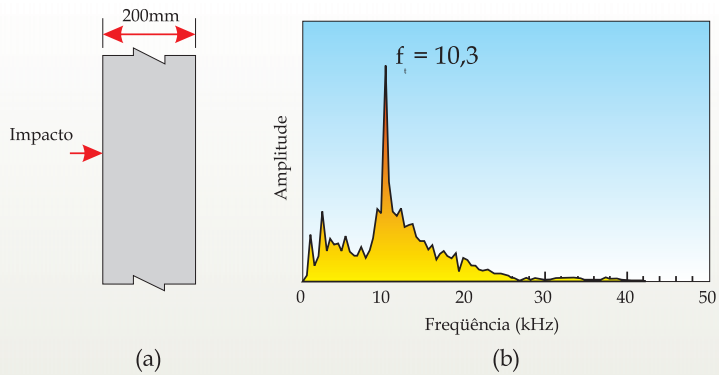


Simplifique...

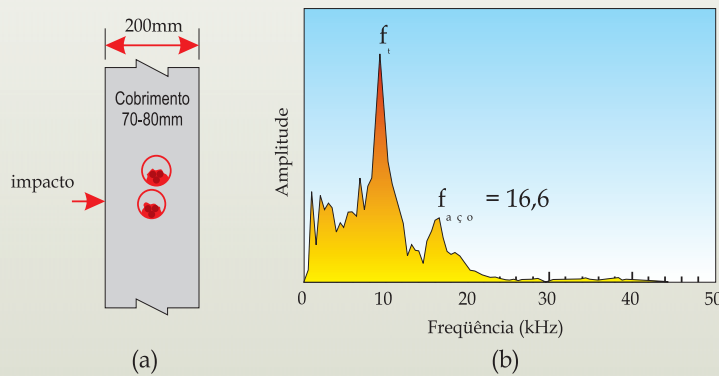
...Com as ondas do eco-impacto do DOCTER

Com o DOCTER você analisa qualquer peça estrutural, descobrindo deslocamentos futuros, vazios e segregação (ninhos), descolamento entre 2 camadas de concreto, presença de corrosão em cabos de protensão e em armaduras do concreto armado, reatividade álcali-silica, presença e profundidade de trincas e fissuras. Espessura de peças estruturais e desenvolvimento da resistência do concreto após concretagem, além de outros diagnósticos.

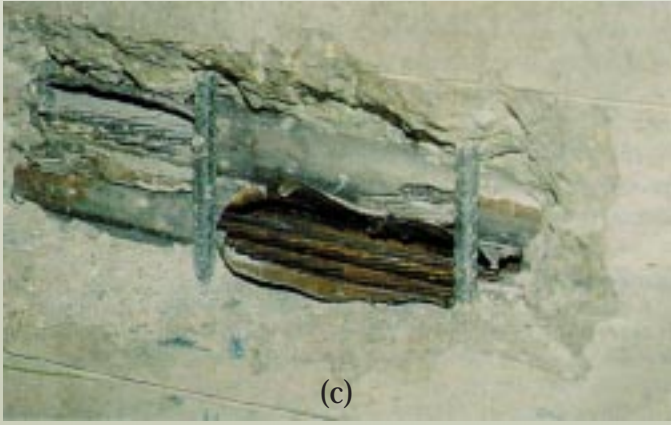
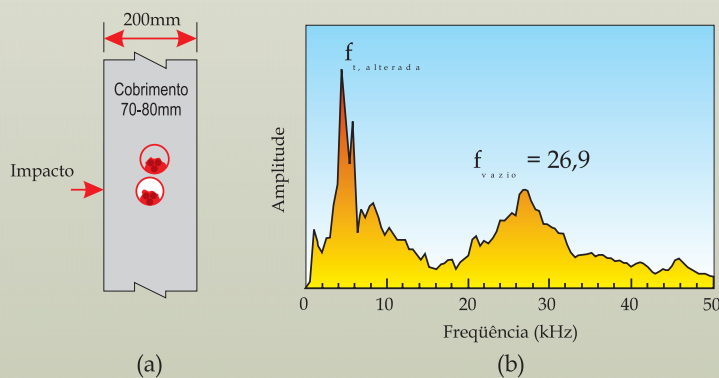




Resultados do eco-impacto em uma viga I protendida. Vista em corte da viga (a). Em (b) evidencia-se um pico grande e único de amplitude igual a 10,3kHz.



A mesma viga I, testada em locais de passagem de cabos de protensão. Em (a) está um corte do local. Em (b) o espectro de amplitude observada. Em (c) uma "janela" do local analisado...



... Em outra região da mesma viga evidencia-se um outro espectro diferente do ideal acima obtido. Na "janela" aberta observa-se intensa corrosão nos cabos de protensão.

Figura 6 - Situação dos cabos de protensão de uma viga caixão de um viaduto.

nha. Observe que a bainha metálica, por apresentar uma espessura irrisória e estar situada entre o concreto e o aço, aparece transparente à propagação das ondas. Desta forma, um cabo de protensão contendo cordoalhas e pasta de cimento poderá ser perfeitamente distinguido dentro da massa do concreto. No caso de uma bainha mal preenchida (figura 5c), o espectro evidenciará um pico de amplitude diminuído para um valor menor do que a frequência da espessura da placa de concreto, pelo fato de que as ondas de compressão viajam em

torno do vazio que contém ar, aumentando o caminho e, logicamente, diminuindo a frequência de reflexão. O resultado é um pico de pequena amplitude. Note que a posição da frequência deste pico é aproximadamente o dobro da posição de frequência com as cordoalhas da figura 5b. Esta diferença entre frequências de deslocamentos devido a reflexão em interfaces concreto/aço, em contraste com a reflexão em interfaces concreto/ar é que permite detectar vazios dentro de bainhas de cabos

"Reforce estruturas subaquáticas com fibra de carbono."

Não perca
RECUPERAR
nº 37

de protensão. A figura 6 evidencia, de forma prática, o exposto anteriormente para uma típica viga I protendida.

Antes de se iniciar os testes com o eco-impacto dentro, por exemplo, de uma viga caixão protendida, dever-se-á riscar as trajetórias dos cabos com um detector de armaduras, de modo a facilitar o serviço.



Figura 4 - O transducer com os mini percursores em forma de estrela, posicionados ao longo do local onde corre um cabo de protensão, dentro de uma viga caixão.

Estruturas pré-moldadas ou antigas

Poder-se-á utilizar o eco impacto para avaliar a fabricação de estruturas pré-moldadas ou mesmo estruturas antigas que apresentem suspeitas de presença de vazios ou mesmo a surgência de trincas. Desta forma, visualizar-se-á a extensão dos danos objetivando-se serviços posteriores de injeção. Após a execução destes serviços, novamente, far-se-á o eco-impacto, de modo a se avaliar a qualidade da recuperação.

Vigas de pontes

Nas juntas de nossas pontes e viadutos, exatamente no apoio das vigas, é muito comum haverem infiltrações que comprometem e tornam nevrálgica esta importante região da estrutura, desenvolvendo-se aí sérios processos de corrosão que resultam na perda da capacidade suporte das vigas. Para esta situação, existirão sempre suspeitas da presença de corrosão, além de trincas, visíveis ou não, que poderão ser evidenciadas com o eco-impacto.

Conclusão

Para todas as situações levantadas, o eco-impacto mostrou ser um equipamento insubstituível, bem superior aos métodos tradicionais, principalmente no que tange à verificação da qualidade dos serviços de recuperação executados.

Fax consulta nº 432

Para ter mais informações sobre Equipamentos de Investigação. Click aqui: <http://www.recuperar.com.br>

REFERÊNCIAS

- Joaquim Rodrigues é engenheiro civil, membro de diversos institutos nos EUA, em assuntos de patologia da construção. É editor e diretor da RECUPERAR, além de consultor técnico de diversas empresas.
- Sansalone, M.J., and Streett, W.B., "Impact-Echo: Development and Technology Transfer", *Proceedings of the First National Conference and Workshop on Research into Practice*, National Science Foundation, Crystal City, Va.
- Sansalone, M.J., and Carino, N.J., "Impact-Echo: A Method for Flaw Detection in Concrete Using Transient Stress Waves", NBSIR 86-3452, National Bureau of Standards, Gaithersburg, Md.
- Sansalone, M.J., and Streett, W.B., *Impact-Echo: Nondestructive Evaluation of Concrete and Masonry*, Bullbrier Press, Ithaca.
- Jadik-Williams, T.; Sansalone, M.J.; Streett, W.B.; Poston, R.; and Whitlock, R., "Nondestructive Evaluation of Masonry Walls Using the Impact-Echo Method", scheduled for publication in *The Masonry Journal*.
- Sansalone, M.J., and Carino, N.J., "Detecting Honeycombing, the Depth of Surface-opening Cracks, and UngROUTED Ducts Using the Impact-Echo Method", *Concrete International*.
- Carino, N.J., and Sansalone, M.J., "Void Detection in Grouted Ducts Using the Impact-Echo Method", *ACI Materials Journal*.
- Jaeger, B.J.; Sansalone, M.J.; and Poston, R.W., "Detecting Voids in Grouted Tendon Ducts in Post-Tensioned Structures Using the Impact-Echo Method", *ACI Structural Journal*.
- Cheng, C., and Sansalone, M.J., "The Effects of Steel Bars and Cracking Around Bars on Impact-Echo Signals", *ACI Materials Journal*.

A invenção da fibra de aço foi sensacional há alguns anos atrás...

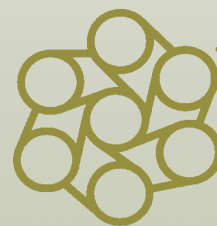


...hoje a novidade é **POLISTEEL.**

PARECE AÇO MAS NÃO É.

POLISTEEL é uma revolucionária fibra híbrida polimérica de alta performance que oferece todas as qualidades da fibra de aço (e da tela eletrosoldada), para pisos industriais, revestimentos de túneis, construção de taludes, etc. Não corrói e não é magnética. Mais, todos aqueles problemas que se tem com a fibra metálica, na execução de sua obra, vão deixar de existir com a POLISTEEL. Solicite amostra e comprove o revolucionário design de...

POLISTEEL
a rainha das fibras.



FORTA

Fax consulta nº 412

ONLINE
RECUPERAR

www.recuperar.com.br



Fogo em estruturas

É importante saber seu estado antes de recuperar.

Carlos Alberto Monge

Costuma ser bom o comportamento do concreto armado/protendido quando submetido ao fogo. No entanto, é passível de contrair problemas, na medida em que fica exposto ao fogo prolongado. Após debelado, dever-se-á promover um plano de investigação, de modo a conhecer-se o estado das peças estruturais. A falta de informações e propriamente de técnicas de investigação quase sempre fazem com que os calculistas ignorem a condição de resistência da estrutura e optem por reforços que trabalhem independente das peças originais. É evidente que o plano de investigação e a conseqüente recuperação será função da intensidade com que o fogo atuou, assim como da idade da estrutura e da importância estrutural da área afetada. A norma ACI 216R-89 (1996) “Guia para determinação da resistência de elementos de concreto submetidos ao fogo” poderá fornecer mais informações sobre os efeitos do fogo.

Para se saber a profundidade da investigação e as condições de recuperação a serem aplicadas à estrutura sinistrada por fogo, dever-se-á entender como o fogo afeta o concreto, as armaduras e a condição de aderência entre ambos.

Trincas e deslocamentos

Normalmente, durante a ocorrência de fogo em estruturas de concreto armado aparecem três tipos de patologias. A primeira é denominada de deslocamento explosivo, caracterizado pelo desprendimento de lascas (ver glossário) e ocorre no decorrer dos primeiros 30 minutos de exposição ao fogo. A segunda é caracterizada pela descamação do concreto, e acontece de forma gradual (não



Figura 1 - Estado de completo comprometimento de duas vigas, após sinistro por fogo. As lajes, como na foto de baixo, também demonstraram grandes deformações.

violenta) a partir da superfície, particularmente em vigas e lajes. À medida que ocorrem os dois tipos de deslocamentos, as camadas mais profundas do concreto ficam expostas à situação de máxima temperatura, acelerando a transmissão de calor para as armaduras. A outra forma de deslocamento (terceira) ocorre quando do lançamento da água sobre a superfície aquecida, ocasionando choque térmico e o conseqüente desprendimento de finas camadas de concreto.

À medida que a temperatura interna das peças estruturais aumentam, o aço das armaduras, por ter um coeficiente de dilatação térmica maior que o concreto, expande ocasionando a desintegração daquilo que denominamos concreto armado, já que toda a aderência da superfície das armaduras

com a massa (do concreto) estará comprometida. Esta situação será priorizada nas regiões onde existam fissuras e trincas devido a retração por secagem, por flexionamento excessivo ou outras patologias. Devido às diferenças na dilatação térmica entre os agregados (grãos) e a pasta de cimento, ocorrerão milhares de fissuras na superfície que, com a continuidade do sinistro, se aprofundarão.

O efeito na resistência à compressão

Após a eliminação das labaredas, começará um processo de resfriamento no concreto, premiando-lhe com uma resistência residual que será função da temperatura atingida e do tempo nela atuante, além cla-

COMO O FOGO AFETA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO

ESTÁGIO

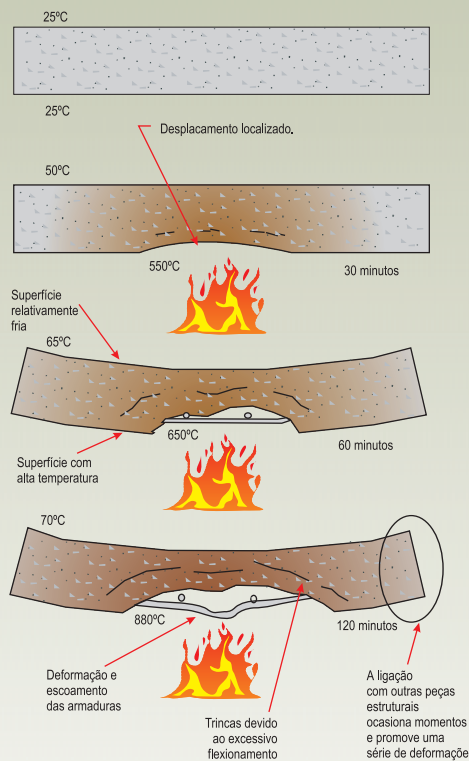
No aquecimento

- 1 – Aumento da temperatura da superfície Inúmeras fissuras superficiais
- 2 – Transferência de calor para o interior do concreto Perda da resistência do concreto, trincas e deslocamentos
- 3 – Transferência de calor para as armaduras Redução na resistência das armaduras (acelerada na ocorrência de deslocamentos) possível escoamento e/ou aumento na deflexão da peça.

No resfriamento

- 4 – Resfriamento das armaduras Restabelecimento da capacidade resistiva a partir da diminuição da máxima temperatura obtida. Armaduras escoadas permanecerão assim.
- 5 – Resfriamento do concreto Diminuição na abertura das trincas. Redução na resistência até a obtenção da temperatura ambiente. Deflexões irreversíveis para fogo severo. Poderão ocorrer deformações e trincas adicionais à medida que o concreto absorve umidade da atmosfera.

PROVÁVEIS EFEITOS



No concreto protendido, a seqüência de eventos é similar, porém mais complexa já que o tipo de aço aqui empregado entra em ruína a temperaturas mais baixas que as do concreto armado, e também porque a força de protensão nos cabos diminui as temperaturas elevadas. Estes efeitos, como se imagina, podem ser parcialmente compensados, devido ao grande cobrimento que se aplica nos cabos de protensão.



Figura 2 - O uso do penetrômetro é muito importante para se analisar a real resistência à compressão do concreto em sinistros por fogo. Nesta situação não se usa esclerômetros.

ro das próprias características do concreto e das condições de carregamento durante o sinistro. Para temperaturas em torno dos 300°C, não haverá perdas significativas na resistência residual do concreto, já que as condições de resistência à compressão (pré-fogo) freqüentemente excedem o exigido no projeto. Por-

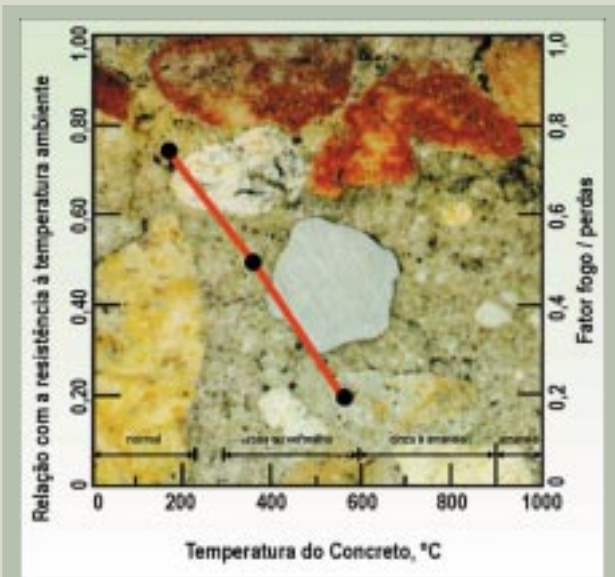


Figura 3 - Redução na resistência à compressão e mudança na cor dos agregados (silícicos) do concreto (ASTM C856).

Quando sujeita a temperaturas entre 100 e 300°C, haverá pequenas reduções no módulo, freqüentemente toleradas. Quando uma estrutura sujeita ao fogo alcança a temperatura dos 800°C, provavelmente estará sofrendo uma redução de 85% em seu módulo.

As armaduras

Os aço estirados a frio e sujeitos a temperaturas inferiores a 450°C, recuperam totalmente sua resistência após o resfriamento. Os aço laminados a quente, por sua vez, podem ficar expostos a temperaturas superiores a 600°C

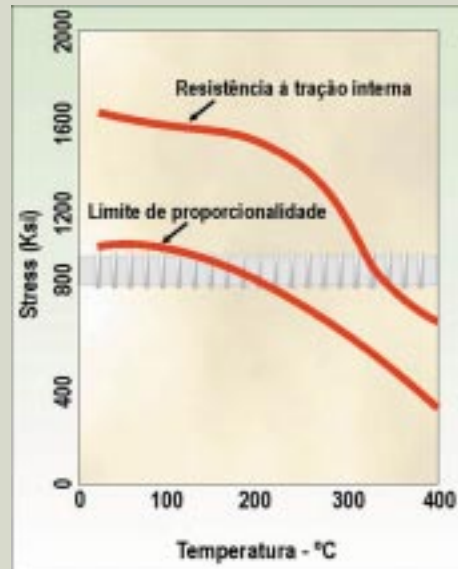


Figura 4 - Testes de tração em fios de aço com 0,76% de carbono, evidenciando-se um decréscimo em sua resistência à tração última e no limite de proporcionalidade para altas temperaturas (Concrete Society - Londres).

tanto, tolerar-se-á pequenas reduções na resistência à compressão.

A tolerância deixará de existir para temperaturas acima dos 500°C, pois poderão ocorrer reduções significativas em sua resistência compressiva, inviabilizando sua recuperação. A única certeza que poderá restar, após um sinistro por fogo é que estruturas mais carregadas ou com maiores sobrecargas perderão mais resistência. Isso não quer dizer que, se projetarmos estruturas mais resistentes (à compressão) teremos maior resistência ao fogo. Experiências demonstraram que estruturas com resistência à compressão, variando de 30 a 45Mpa sofreram a mesma perda de resistência após o rescaldo.

O agregado do concreto muda de cor à medida que é aquecido até altas temperaturas. A figura 3a mostra uma relação entre a redução na resistência à compressão e a mudança de cor dos agregados graúdos silícicos. A mudança de cor da pedra utilizada no concreto poderá ser usada para estimar a resistência à compressão do mesmo. Esta prática é regulamentada pela norma ASTM C856 "Prática padrão para exame petrográfico do concreto endurecido".

Normalmente correlaciona-se estes dados com a resistência obtida com o penetrômetro ou de, forma mais completa, com o eco-impacto ou ultrassom.

O módulo da elasticidade do concreto

Há um decréscimo no módulo do concreto após o sinistro por fogo e aplicação d' água.

Parece difícil recuperar...



...a ARCANO recupera.

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



Tel/Fax: (21) 252-1154
Celular: (21) 9913-2679

Figura 5 - Redução no módulo de elasticidade do concreto após queima e resfriamento

Temperatura do fogo

Redução

do fogo °C	%
200	25
430	50
760	70

Nota: Apenas para concreto com agregados sílicos.

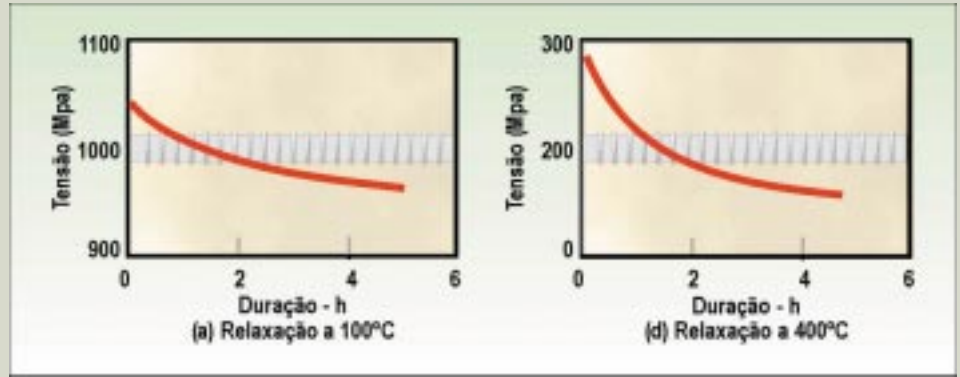


Figura 6 - Efeito da temperatura sobre a relaxação em fios de protensão não trepidados a frio. Estes valores são úteis para estimar a diminuição da força de protensão devido à relaxação do aço causada pela exposição a altas temperaturas (Concrete Society - Londres).

sem comprometimento de sua resistência. Contudo, à medida que as armaduras ficam expostas a temperaturas superiores, poderão ocorrer perdas significativas em sua resistência, com conseqüente formação de deflexões residuais nas peças estruturais. Os valores idealizados da diminuição da resistência deverão ser tomados como parâmetros. No entanto, caso haja dúvidas deverá remover pequenos trechos das armaduras afetadas e testá-las. Os testes de dureza também poderão dar uma idéia da resistência à tração residual, além de sua ductibilidade. É preciso entender, no entanto, que a dureza na superfície poderá estar diferente da existente no miolo nas barras devido ao resfriamento rápido. Sempre que possível, dever-se-á correlacionar o teste de

dureza com a resistência e ductibilidade verdadeiras obtidas através da extração e teste em laboratório.

O aço de protensão

Verdadeiramente, o efeito do fogo no aço de estruturas protendidas é bem mais crítico que nas barras do concreto armado. Para temperaturas em torno dos 400°C, provavelmente haverá perdas superiores a 50% na resistência à tração do aço protendido. A figura 6 mostra o efeito das altas temperaturas em um aço, típico de protensão, correlacionando-se com o valor máximo da resistência à tração e também com o seu limite de proporcionalidade. A situação residual de uma peça de concreto protendido é

tremendamente influenciada pelo efeito do calor em seu trabalho de tração, enquanto que sua resistência na rutura é influenciada por sua resistência residual final, após o resfriamento. A perda do poder de tração em uma cordoalha protendida poderá ser motivado pela diminuição em seu módulo de elasticidade, assim como pela fluência nas altas temperaturas, associando-se também àqueles trechos dos cabos que não retornaram após o alongamento. Este alongamento sem retorno no aço de protensão é causado pela redução em seu limite de proporcionalidade enquanto aquecido (veja figura 4). Os níveis de tensão no aço, assim como a força de protensão são reduzidos quando em altas temperaturas, podendo ocorrer o chamado alongamento plástico.

Só existe uma maneira de interromper a
REATIVIDADE ÁLCALI-SÍLICA...



... Para estruturas existentes

RENEW®

LITHIUM FÓRMULA

... Para estruturas a serem executadas

LIFETIME®

LITHIUM FÓRMULA



Fax consulta nº 364

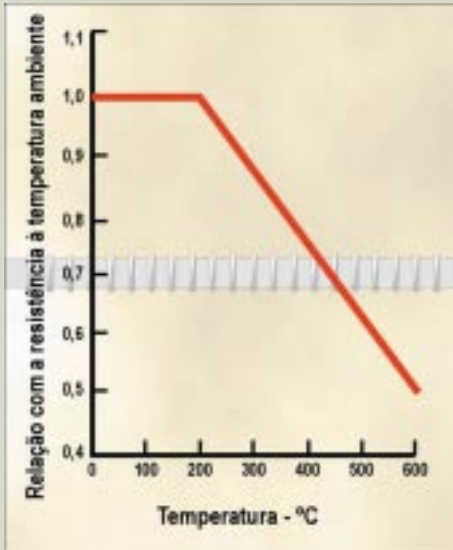


Figura 7 - Situação aproximada da resistência de tração na ruptura de aços de protensão, à temperatura ambiente, após aquecidos a altas temperaturas. Este gráfico é útil para se obter a resistência de tração na ruptura dos aços de protensão, necessária para calcular a resistência última ou de ruptura de uma peça de concreto protendido (Concrete Society - Londres).

As figuras 4 e 6 poderão ser bastante úteis para avaliar a força de protensão residual, no sentido de se determinar a performance da peça estrutural em condições de serviço. A figura 7 fornece a resistência residual de aços de protensão típicos, em condições de temperatura elevada, seguido de resfriamento rápido. Os dados desta figura são úteis para avaliação da resistência residual de peças estruturais sob condições extremas.

A adesão entre o concreto e o aço

O aquecimento diminui a adesão entre o concreto e as armaduras. No entanto, outros fatores como o diâmetro das barras,

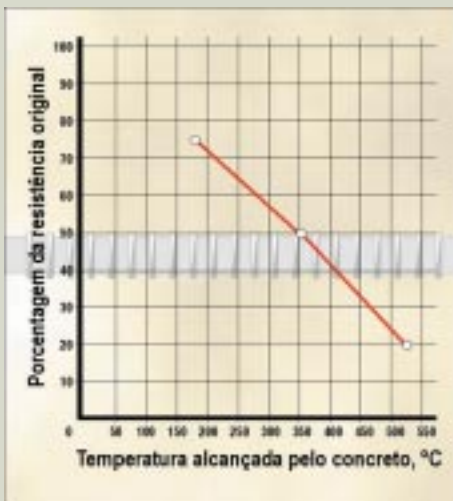


Figura 9 - Teste que determina a redução da resistência do concreto com agregados silícicos, após aquecimento seguido de resfriamento (ASTM).

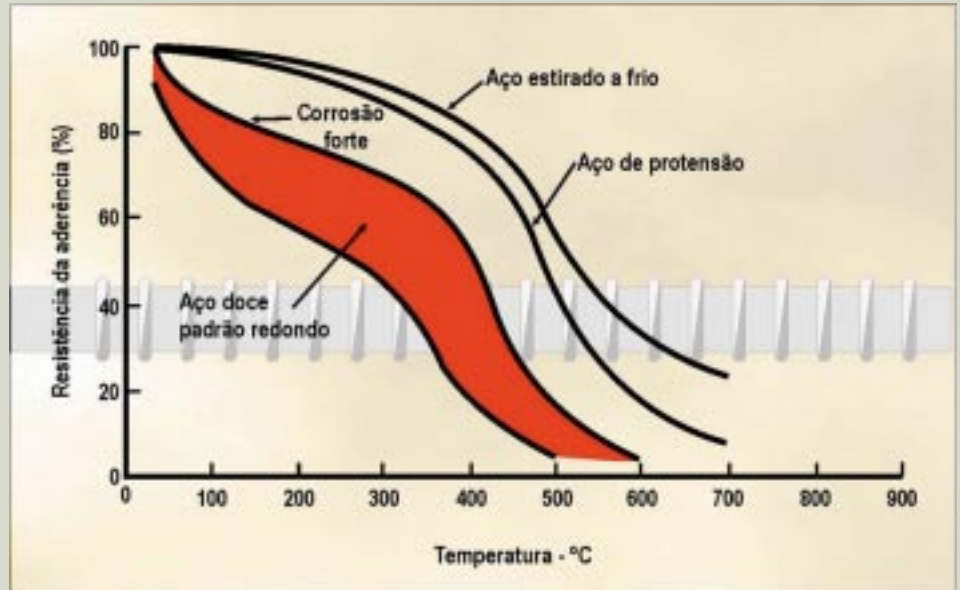


Figura 8 - A resistência da aderência entre o aço e o concreto, efetivamente diminui durante uma ação por fogo. A aderência ou a ancoragem das armaduras deverá ser uma das etapas principais no trabalho de investigação de estruturas afetadas por fogo. Repare que a aderência do aço doce diminui mais rápido do que a do aço de protensão, em baixas temperaturas (CIB - Report nº 111).

tipo de agregados, seção do concreto e resistência à compressão também influenciam a resistência de colagem entre ambos. A “Sociedade do Concreto” de Londres, através do relatório técnico nº 33 “Investigação e recuperação de estruturas de concreto afetadas por fogo” sugere utilizar um fator de afetamento 0,7 para as estruturas expostas a temperaturas entre 100°C e 300°C. Por outro lado, o CIB (International Council for Building Research Studies and Documentation), atra-

vés do relatório nº 111 “Recuperação de estruturas afetadas por fogo” sugere utilizar uma resistência de aderência residual não superior a 85%, quando no máximo 50% das armaduras ficarem expostas a temperaturas entre 300 e 500°C. Este mesmo CIB é responsável pelas diretrizes retiradas da figura 8, onde evidencia-se o efeito das altas temperaturas na aderência aço/concreto, através do teste de arrancamento (pull-out).

Recuperação e Reforço Estrutural




Desde 1975




- concreto projetado
- restauração de fachadas
- reforços com fibra de carbono

TECNIPOL

http://www.tecnipol.com.br

Fone: (011) 573-0609
Fax: (011) 575-4028

Verificando a corrosão

É interessante observar que, quando ocorre fogo em estruturas que contenham PVC (cloreto de polivinila), há liberação de íons cloretos para o interior do concreto, tanto durante quanto após o fogo, contaminando-o de forma irreversível, estabelecendo-se após algum tempo milhares de células de corrosão ao longo das armaduras. Os fios e cabos elétricos, além de diversos produtos de uso rotineiro, em sua maioria são feitos de PVC. Torna-se, portanto, necessário checar o grau de contaminação do concreto por cloretos, podendo ser utilizado o kit portátil chlor-test para tal.



Fax consulta n° 434

Para ter mais informações sobre Fogo em Estruturas.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

REFERÊNCIAS

- Carlos Alberto Monge é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- "Assessing the Condition and Repair Alternatives of Fire-Exposed Concrete and

Masonry Members", Fire Protection and Planning Report, National Codes and Standards Council of the Concrete and Maronsy Industries.

- Armand H. Gustaferrro, "Experiences from Evaluating Fire-damaged Concrete Structures", Fire Safety of Concrete Structures, ACI SP-80, American Concrete Institute.
- "Assessment and Repair of Fire-damaged Concrete Structures", Technical Report No. 33, Concrete Society, England.
- Repairability of Fire-damaged Structures", CIB Report No. 111, International Council for Building Research Studies and Documentation, Netherlands.
- M.S. Abrams, A.H. Gustaferrro, and E.A.B. Salse, "Fire Tests of Concrete Joist Floors and Roofs", Research and Development Bulletin No. RD006.01B, Portland Cement Association.
- ASTM C 856, "Standard Practice for Petrographic Examination of Hardened Concrete", American Society for Testing and Materials.
- Laura Powers-Couche, "Fire-damaged Concrete - Up Close", Concrete Repair Digest.
- Reinforced Concrete Fire Resistance, Concrete Reinforcing Steel Institute.
- ACI 216R-89, "Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements", American Concrete Institute.

Corrosão bacteriológica?

O epóxi 28 é a melhor resposta à ação bacteriológica em estações de tratamento de esgoto. O concreto não resiste à ação do esgoto. O EPÓXI 28 sim.

Fax consulta n° 271



ELE ESTAVA TODO CONTAMINADO...

Contaminação no concreto armado e protendido é fatal. O que se pode fazer para sabermos se o concreto está ou não contaminado? CHLOR-TEST é a única maneira de verificarmos se há ou não contaminação por íons cloretos, esses "bichinhos" que ativam a massa do concreto, tornando-a um "inferno" para o aço. CHLOR-TEST é um teste high-tec que, em apenas 3 minutos, o informa da existência daqueles bichinhos e sua quantidade. CHLOR-TEST é vendido em 3 versões:

CHLOR-TEST "S" - para averiguar o estado de contaminação de superfícies de concreto e metálicas.

CHLOR-TEST "W" - para checar a presença de concentrações perniciosas de cloretos na água de amassamento.

CHLOR-TEST "A" - para verificar se sua areia de jateamento está ou não contaminada com cloretos.

Contaminado já basta o aí de cima
Use **CHLOR-TEST**



Fax consulta n° 402



Como controlar descargas eletrostáticas em pisos de concreto

Saiba como executar pisos anti-estáticos, que evitam choques ou centelhas que podem ocasionar prejuízos ou tragédias.

Carlos Alberto Monge

Quem conhece sabe o que uma descarga eletrostática (DE) pode fazer em uma indústria. A crescente indústria de computadores, por exemplo, é a que mais reclama da DE, já que, frequentemente, destrói centenas de componentes eletrônicos sensíveis como os conhecidos chips. Há relatos recentes de DEs em indústrias que trabalham com produtos inflamáveis onde ocorreram explosões com vítimas. Indústrias farmacêuticas, moinhos de farinha, fábrica de explosivos ou munições, além de tintas estão entre as instalações onde a DE poderá também estar presente.

Em todas as situações, necessitamos neutralizar as cargas estáticas acumuladas e isto poderá ser feito através do conhecimento do comportamento do piso existente ou a ser executado em uma indústria.

Revestimentos condutivos e dissipativos

Os revestimentos para pisos com controle estático naturalmente são classificados como condutivos e estático dissipativos, baseando-se sempre em relação à resistência elétrica existente. A padronização dos níveis de resistência são publicados por duas entidades norte americanas. A National Fire Protection Association, NFPA, publicou o "Standard for health care facilities" e fala sobre revestimentos condutivos. Já o American National Standards Institute e a Electrostatic discharge association padronizaram o S.11.11, "Surface Resistance Measurement of Static Dissipative Planar Materials" orientado para os revestimentos "dissipativos" ou estático dissipativos.

Estes pisos ou revestimentos são definidos

Seqüência de tratamento de piso anti-estático



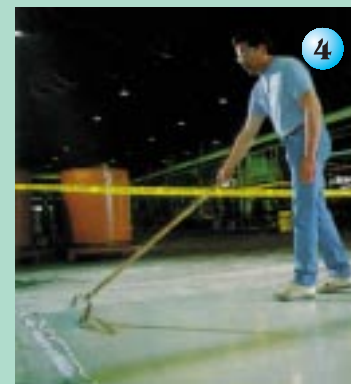
Preparação do piso.



Análise do perigoso vapor d'água que vem do piso com o TVA-OK. Este teste evita a ruína posterior do revestimento aplicado sobre o concreto.



Aplicando um primer condutivo.



Aplicando o revestimento estático dissipativo numa indústria eletrônica.

como condutivos e dissipativos em função dos níveis de resistência, em ohms, existentes. O ohm é a menor unidade de medida da resistência elétrica. Aplicando 1 volt de eletricidade através de um condutor com resistência de 1ohm ocorrerá um fluxo de corrente de 1 ampere.

A lei de ohm, na eletricidade, especifica que $I = E/R$, onde I é a corrente em ampe-

res, E é a força eletromotriz em volts e R é a resistência em ohms. Define-se, portanto, como revestimentos condutivos aqueles que oferecem resistência entre 25.000 e 1 milhão de ohms. Os revestimentos dissipativos têm resistência variável entre 1 milhão e 1 bilhão de ohms. Desta forma, notou-se que os pisos dissipativos oferecem mais resistência ao fluxo de corrente do que os con-

Continua na pág. 22

SAIBA O QUE É A ELETRICIDADE ESTÁTICA

Eletricidade estática é um fenômeno através do qual cargas elétricas de mesma polaridade acumulam e são estocadas em vários tipos de materiais. Como esta “eletricidade” cresce, usualmente pela ação de atrito, torna-se atraída pelo objeto situado mais perto e que tenha polaridade oposta. Se a carga entre estes dois objetos de polaridades opostas for pequena, ocorrerá uma simples atração podendo um ir de encontro ao outro se forem suficientemente leves. Mas se esta mesma carga for suficientemente grande, e os objetos estiverem separados por uma barreira não condutora ou isolante, formar-se-á um verdadeiro arco elétrico. Após a ocorrência desta descarga elétrica estática (DEE), ambos os objetos tornam-se neutros. Ambientes secos favorecem muito a ação da DEE.

Muitos de nós já levamos choque ao tocar na maçaneta da porta após andar sobre um piso acarpetado. A centelha que motivou o choque foi proveniente da descarga da carga estática acumulada absorvida por nosso corpo e roupa à medida que caminhamos sobre o carpete. O relâmpago é uma descarga espetacular de milhões ou mesmo bilhões de volts de eletricidade estática, baseado no mesmo princípio acima citado. O átomo é feito de partículas subatômicas e de componentes elementares, dos quais o elétron é sua menor partícula com a particularidade de não tocá-lo. O átomo, na natureza, é eletricamente neutro e sua carga positiva reside no núcleo, enquanto que a nuvem eletrônica que circunda o núcleo promove uma carga negativa. Quando elétrons são arrancados do átomo, carregam consigo sua eletronegatividade, sendo por isso chamados de elétrons livres. O núcleo remanescente fica carregado positivamente. Os elétrons livres serão atraídos por qualquer outro núcleo deficiente de elétrons. Este movimento de elétrons de um átomo para outro constitui-se o que denominamos energia elétrica, inclusive eletricidade estática. Mas o que faz os elétrons se separarem de um átomo e migrarem para outro? O fato é que a energia necessária para estimular este movimento de elétrons é surpreendentemente baixa. Mudanças de temperatura relativamente pequenas, assim como na pressão atmosférica, tensões mecânicas e o atrito de fontes como os nossos sapatos são capazes de gerar energia suficiente para deslocar elétrons de seus respectivos átomos. Mesmo que toda a matéria contenha elétrons livres, ainda assim seriam incapazes de se mover livremente através de materiais com propriedades dielétricas (isolantes) elevadas. As substâncias não condutivas impedem que os elétrons fluam, mesmo nas situações em que haja aterramento, fazendo com que os elétrons “deslocados” fiquem “aprisionados” em determinadas áreas nas quais ocorreram a troca eletrônica. Quando uma substância de polaridade oposta entra em contato com um não condutor, aqueles elétrons até então “aprisionados” circulam livremente entre os dois materiais. À medida que os elétrons fluem, suas cargas individuais são acumuladas e a carga estática cresce. Por outro lado, materiais condutivos permitem a livre movimentação destes elétrons em todas as direções, pelo fato de ter baixa resistência elétrica. Quando conectados a um fio terra, os elétrons fluem livremente para a área com potencial zero. Pelo fato da terra ser condutiva, o material torna-se eletricamente neutro e incapaz de acumular carga eletrostática. Se conectarmos outro material condutivo, os elétrons ficarão à vontade para se movimentar entre estes materiais, através dos pontos em que foram unidos. Quando uma substância condutiva é unida a outro material com esta mesma característica e que tenha sido previamente aterrado, ambos ficarão aterrados. O solo (terra) é caracterizado como tendo um poten-

SÉRIE TRIBOELÉTRICA

Ar	+ eletropositivo
Vidro	
Cabelo humano	
Nylon	
Alumínio	
Papel	
Algodão	
Aço	
Madeira	
Borracha dura	
Cobre	
Poliéster	
Poliuretano	
Polipropileno	- mais eletronegativo

Tabela 1

cial zero (arbitrário). Naquele caso em que tomamos um choque na maçaneta da porta, o material condutivo do piso drenará as cargas estáticas do corpo humano para o solo, impedindo a descarga. Lembramos aqui que o corpo humano é um belo condutor de eletricidade. No caso de relâmpagos, os para-raios promovem a descarga para o solo. O atrito do sapato ou do pneu é uma forma comum de energisarmos e, com isto, arrancamos elétrons dos átomos das substâncias que compõem as superfícies.

A eletricidade gerada por cargas elétricas originadas pelo atrito mecânico é chamada de “triboeletricidade”, do grego “tribos” que significa esfregar, atritar. A série triboelétrica mostrada na tabela 1 ilustra a relação entre materiais, em termos de potencial da carga, significando

VOLTAGENS TRIBOELÉTRICAS GERADAS POR ATIVIDADES ROTINEIRAS

Atividade	Voltagem Eletrostática Gerada 10-20% de UR*	65-90% de UR*
Andar sobre carpetes	35.000volts	1.500volts
Andar em pisos vinílicos	12.000 volts	250volts
Trabalho em bancadas	6.000volts	1.000volts

*UR é umidade relativa.

Tabela 2

dizer que quando dois materiais são atritados, o que ocupa uma posição superior na tabela ficará com uma carga eletricamente positiva, enquanto que o material que ocupa uma posição inferior ficará com uma carga negativa, mas de mesmo potencial. Em outras palavras, ambos os materiais tornam-se eletricamente carregados, com a mesma magnitude, mas com polaridades opostas. Por exemplo, é comum vermos o cabelo de nossos braços serem atraídos por determinadas substâncias. Listamos alguns exemplos de triboeletricidade na tabela 2. Torna-se importante dizer que, em função das situações da tabela 2, é impossível sentir descargas eletrostáticas até que estejamos carregados com aproximadamente 4.000 volts.



Todo cuidado é pouco para lidar com eletricidade estática.

dutores. Exatamente por este motivo é que os pisos dissipativos não são adequados para prevenir ou impedir a surgência de centelhas de qualquer tipo de fonte, como por exemplo de uma ferramenta que cai no chão. Contudo, ainda assim, é costume utilizar-se pisos dissipativos quando se trabalha com altas voltagens, como no caso das salas ausentes de contaminação com o exterior, as chamadas “clean room”, nas indústrias eletrônicas.

Os pisos de controle estático

É comum utilizar-se sobre pisos de concreto, para evitar a DE, diferentes tipos de revestimentos como as tradicionais placas vinílicas condutivas, carpetes condutivos e tratamentos tópicos com cera, resinas acrílicas e de controle estático com epóxi e po-

COMPARAÇÃO ENTRE PISOS DE CONTROLE ESTÁTICO

Sistema	Vantagens	Desvantagens
Piso vinílico condutivo	Média durabilidade; baixo custo inicial	Pode ser muito macio para algumas atividades. Pobre resistência química. Libera gases à medida que envelhece. Atrai sujeira. Necessita aplicação freqüente de tratamento tópico condutivo.
Carpete condutivo	Aparência desejável para escritórios; fácil de limpar e fazer manutenção	Não é durável e atrai poeira e sujeira. Não é adequado para laboratório e áreas de fabricação.
Tratamentos tópicos (acrílicos/ceras)	Fácil de aplicar; baixo custo inicial por m ²	Dever-se-á avaliar sua resistência constantemente. Custo/benefício alto. Apresenta risco de condutividade não uniforme.
Pisos de controle estático (epóxi, estervinílicos, uretano)	Durável; ausência de juntas; resistência química; reduzida manutenção	Dependendo do tipo de resina, poderá sofrer grande abrasão. Baixo custo de aplicação.

Tabela 3

liuretano. A tabela 3, acima, evidencia as vantagens e desvantagens destes revestimentos.

Controle estático dissipativo ou condutivo?

Os revestimentos de controle estático (RCE) ajudam a impedir explosões quando há materiais inflamáveis, inibindo o crescimento

das cargas estáticas. Geralmente, dever-se-á seguir dois níveis de desempenho, de modo a direcionar, com total segurança, a carga estática para o solo. As normas ANSI/ESD S. 11.11 e NFPA 99, citadas anteriormente, estabelecem diferentes padrões de resistência, condutiva e dissipativa, para os RCE, naturalmente levando-se em consideração o tipo de utilização.

Por exemplo, se um piso for condutivo o



O problema em pisos epóxicos começa localizado.

Logo, logo torna-se disseminado.

A solução é o
TVA-OK

O problema resume-se em manchas, bolhas e deslocamentos. Enfim, o piso epóxico que você aplicou logo, logo estará comprometido. Por quê? A questão resume-se em um teste obrigatório que deveria ter sido feito antes da aplicação da pintura: o teste da transmissão do vapor d'água (TVA), conforme recomenda a norma ASTM F1869-98.

Sem o TVA-OK, todo seu investimento poderá estar sofrendo com as tensões originadas pela saída do vapor d'água do piso de concreto. Só o TVA-OK identifica o maior causador de problemas em pisos epóxicos.

Não arrisque mais. Faça hoje mesmo o TVA-OK.



Fax consulta n° 358

PISOS EPÓXICOS?



Só com equipamentos específicos.

As empresas que executam pisos epóxicos sabem que é importante trabalhar com materiais adequados. A WOOSTER dos EUA é a maior empresa fornecedora de ferramentas para pisos epóxicos.

- Rolos tira bolhas (rolo porco espinho) com diversos tamanhos.
 - Rolos espalhadores de alumínio com regulagem de espessura.
 - Cabos de extensão com diversos comprimentos.
 - Rodos espalhadores com lâminas de neoprene ou EPDM.
 - Vassourão específico para execução de ranhuras em concreto.
 - Rolos de lâ específicos e duráveis.
- Não pense mais. Comprove a qualidade e a eficiência dos nossos produtos.



Disponíveis de uma variedade de rolos e rodos adequados à sua obra.

WOOSTER®

Fax consulta nº 439



Em todo tipo de indústria geram-se cargas eletrostáticas que deverão ser apropriadamente dissipadas.

suficiente para descarregar um objeto energizado, poderá causar acidentes com pessoas, já que qualquer trabalho exige o manuseio de ferramentas e operação de equipamentos que funcionam com altas voltagens, podendo causar choques violentos. Se o piso (revestimento) for muito condutivo, o pessoal tornar-se-á ainda mais aterrado e com maior probabilidade de ocorrerem acidentes. Desta forma, quanto maior a resistência elétrica, isto é, quanto mais baixa a condutividade de um revestimento dissipativo, menor a probabilidade de acontecerem acidentes. Alguns exemplos ajudarão a materializar os conceitos aqui apresentados.

Salas isentas de contaminação (clean rooms)

Para a fabricação de microchips, as indústrias eletrônicas precisam dispor de salas ultra-limpas, as chamadas salas isentas de contaminação. Nesta situação, qualquer formação de carga estática poderá provocar DE e arruinar toda a produção. As cargas estáticas também atraem toda a sorte de poeira, além de outros contaminantes que causam sérios problemas no controle de qualidade. O revestimento também deverá ter resistência química específica aos produtos produzidos ou utilizados na indústria. Nesta situ-

Explosivos e inflamáveis

Nas indústrias ou comércios que produzem ou estocam materiais explosivos ou inflamáveis, o revestimento terá como função importante transportar rapidamente, assim como de forma eficiente, as cargas triboelétricas para o solo (terra), de modo a não dar chance de ocorrência de descargas acidentais e a perigosa ignição. Neste caso, utilizam-se revestimentos condutivos.

ação, dever-se-á usar revestimentos dissipativos para proteger os funcionários e produtos.

Silos de estocagem

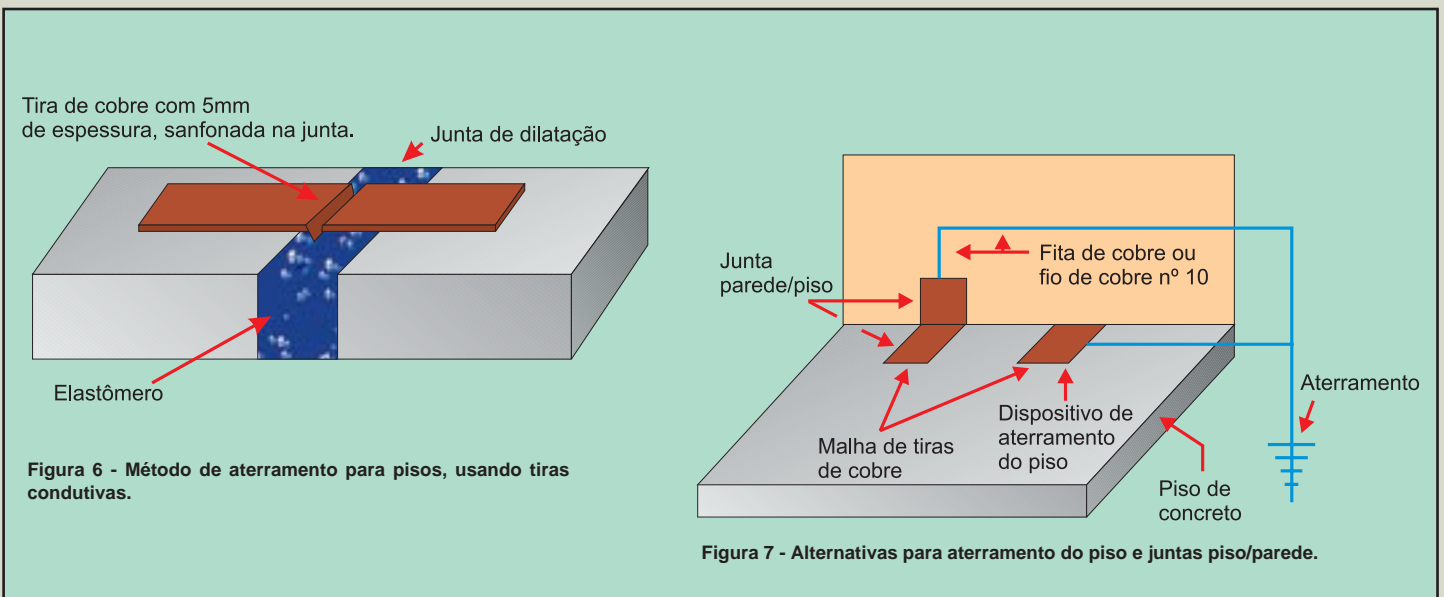
A poeira dos grãos estocados poderá provocar centelhas e, conseqüente, incêndio devido a DE. Nesta situação, exigir-se-á material à prova de centelhas, ou seja, revestimentos condutivos.

Indústrias farmacêuticas

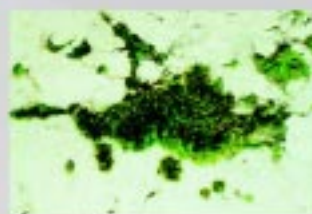
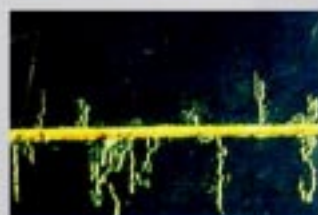
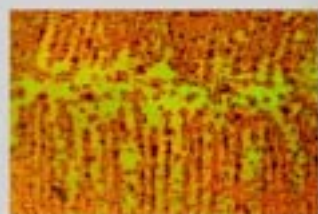
O trabalho com produtos voláteis e a probabilidade de explosão é uma constante nestas instalações. Aqui exigem-se revestimentos condutivos também.

O plano de igual potencial elétrico (PIPE)

O concreto, por si só, mesmo produzido com agregados condutivos, não possui uma condutividade uniforme. Logo, não atende e não se enquadra nas exigências dos pisos condutivos/dissipativos especificados pela ANSI/ESD S. 11.11 ou NFPA 99. O piso de concreto deveria permitir um trânsito livre de elétrons, em qualquer direção, o que é utópico a não ser que se instalem sistemas de controle estático composto por revestimentos específicos, de modo a permitir que os elétrons livres circulem em qualquer direção com resistência elétrica uniforme, constituindo-se o que se denomina Plano de Igual Potencial Elétrico (PIPE), naturalmente impedindo o acúmulo de cargas estáticas mesmo em pequenas regiões.



seja um especialista em **Pinturas de Proteção**



Manual para Comparação Visual

Pinturas de Proteção Aplicação e Defeitos

O Manual para Comparação Visual foi projetado para dar ao usuário a compreensão básica e geral das causas, defeitos e dos estados de ruína mais comuns resultantes da preparação inadequada das superfícies antes da pintura, da presença de contaminantes superficiais além de outros fatores que afetam a vida de uma pintura de proteção.

Juntamente com uma série de outras informações, o Manual para Comparação Visual, oferece também um glossário detalhado de termos frequentemente usados além de uma rica coleção de fotografias coloridas que identifica e ilustra as condições de preparação pré-superficiais, o estado de ruína das películas de pintura de proteção e os defeitos encontrados em substratos tanto metálicos quanto de concreto em ambientes industriais e marítimos. O manual foi preparado pelo "The Society for Protective Coatings", a maior autoridade em pinturas e revestimentos de proteção.

Para maiores informações consulte a eng^a Patrícia no telefone (0XX21) 493-4702, Fax (0XX21) 493-5553 ou e-mail thomastec@easyline.com.br.



SSPC

the society for protective coatings

Adicionalmente, dever-se-á aterrar o revestimento com uma tela metálica fina, fios ou fitas e, importante, aferir se foi bem feito, isto é, se foi alcançada uma boa conexão elétrica para o solo. As figuras abaixo apresentam os esquemas necessários. De qualquer forma, o objetivo é ter uma ligação equipotencial para o solo.

Os revestimentos de controle estático (RCE)

Antes de aplicar qualquer RCE, dever-se-á tomar algumas providências, de modo a neutralizar efeitos adversos que poderão ser causados pela liberação de vapor d'água, a partir do piso de concreto, por correntes elétricas vagabundas que, certamente, existem no concreto devido à corrosão nas armaduras, por ligações e aterramentos mal feitos, assim como por efeitos piezoelétricos (tensões mecânicas). A melhor maneira de evitar estes problemas é aplicando-se um primer extremamente condutivo, sempre objetivando-se um PIPE.

Desta forma, para a execução de um excelente revestimento de controle estático dever-se-á aplicar um primer seguido de um revestimento de acabamento, ambos com características de controle estático. O primer deverá ser mais condutivo que o acabamento. Assim, poderá drenar as cargas, o mais rapidamente possível, da superfície. O aterramento deverá ser ligado na camada de imprimação, pois assim teremos uma rápida relação de queda nos potenciais. A relação de queda é o tempo que uma carga acumulada leva para ser reduzida à do aterramento de referência. A maioria das normas especifica uma relação de queda inferior a 0,1 segundos, o que impede que cargas permaneçam na superfície onde fatores como a umidade possam ajudar a causar DEs.

Existem alguns revestimentos específicos para controle estático no nosso mercado. A forma de aplicação é tradicional e a espessura normal de trabalho varia de 500 micrômetros a 5mm.

Para testar se o piso foi adequadamente executado, dever-se-á medir a resistência elétrica, em ohms, com o equipamento chamado MEGGER, que nada mais é do que um pequeno gerador de corrente contínua, capaz de produzir uma determinada voltagem de saída e um analisador para ler a resistência em ohms. As normas ANSI/ESD S. 11.11 e NFPA 99 especificam três méto-

dos de controle. Caso deseje informações a respeito deles solicite o fax consulta nº 441. Caso deseje informações sobre o MEGGER solicite o fax consulta nº 442.

Fax consulta nº 443

Para ter mais informações sobre Pinturas.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

REFERÊNCIAS

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

- NFPA 99, Standard for Health Care Facilities. National Fire Protection Association.
- American National Standards Institute/ Electrostatic Discharge Associations S.11.11, Surface Resistance Measurement of Static Dissipative Planar Materials (Electrostatic Discharge Association).
- Naval Sea Systems Command, MIL-8DBK-263-B, Electrostatic Discharge and Control Handbook for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies, and Equipment (Excluding Electrically Initiated Explosive Devices).



Nesta indústria não foi aplicado revestimento anti-estático.

Os revestimentos da ELECTROSTATIC COATINGS são os únicos que podem lhe dar a segurança necessária. Em matéria de pisos estático-dissipativos especifique...

- Conductop 1313.
- Conductcoat 2383.
- Conductive conogloze series.
- Conductive fibrecrete series.

...e fique tranqüilo.

ELECTROSTATIC COATINGS



Pavimentos e pisos de concreto

Defeitos, causas e soluções.

Carlos Carvalho Rocha

O primeiro passo em direção à recuperação de um piso ou pavimento é o conhecimento do comportamento do concreto. Algumas horas após o seu lançamento, sua temperatura sobe, alcançando seu pico máximo devido a hidratação do cimento portland. A partir daí, as placas começam a perder este calor e também o excesso d'água de sua composição, iniciando um processo de contração ou retração extremamente perigoso, devido às tensões que ocorrem, principalmente por causa do atrito com a sub-base. Caso estas tensões sejam superiores à resistência de tração do concreto, o que corresponde em média entre 5 e 10% de sua resistência à compressão, ocorrerão trincas nas placas, sejam pisos ou pavimentos, quase sempre a intervalos de aproximadamente 60cm para cada 3cm de espessura ou, de um modo geral, a cada 5 metros para placas com 20cm de espessura.

Com o objetivo de controlar estas fissuras e trincas, motivadas pelo processo de retração das placas, dever-se-á, previamente, formar juntas ou promover cortes a intervalos regulares, durante ou imediatamente após, o lançamento do concreto. Este processo executivo das juntas e, mais importante, seu preenchimento e manutenção, serão fundamentais para a vida dos pisos ou pavimentos. Isto porque seu comportamento estará sempre condicionado a movimentos, devido à expansão/contração térmica, imposta pelo binômio temperatura/umidade ambiente, ávido por provocar deformações como empenamentos e trincas nas placas.

É desnecessário informar aqui que todas as etapas que precederam a execução das placas serão fundamentais ou mesmo críticas para o seu futuro desempenho, começando

pela dosagem do concreto utilizada, tempo de mistura, lançamento, acabamento e, principalmente, o método de cura utilizado. Uma vez construído o piso/pavimento, aparecerão um probleminha aqui, outro ali, características de erros durante sua execução, e que a empresa executante terá que corrigir. Para não falar das trincas que poderão ocorrer devido ao excesso de peso que o cliente aplicará, seja no piso ou pavimento, superior ao projetado. Uma vez existentes, estes problemas deverão ser corrigidos o mais cedo possível, já que de outra forma, evoluirão para transtornos ainda maiores, comprometendo mais regiões do piso/pavimento. A empresa executante deverá ter um plano de manutenção com o proprietário, de modo que, pelo menos nos primeiros três anos de vida do piso/pavimento sejam feitas recuperações ou manutenções, fundamentais para controlar o processo intrínseco de envelhecimento e deterioração das placas, o que é crítico neste período. É como cuidar de um jovem e prepará-lo para sua fase adulta. Desta forma, e somente assim, teremos um piso/pavimento com muitos anos de vida.

As trincas no concreto

De um modo geral, poder-se-á ignorar fissuras com aberturas inferiores a 3mm (figura 1), já que é comum terem profundidades inferiores a 30mm e, efetivamente não causarão problemas maiores a não ser que haja serviços de molhação com produtos químicos agressivos. Desta forma, dever-se-á tratar estas fissuras com metacrilato ou epóxi com viscosidade próxima



Figura 1 - Fissuras.

de 50cps, apenas vertendo-se o produto na trinca. Trincas maiores (figura 2), efetiva-

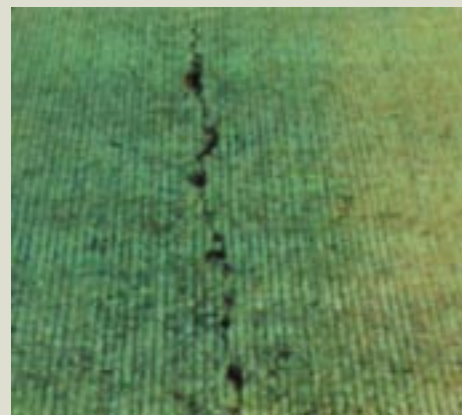


Figura 2 - Trinca "viva".

mente "trabalham" como juntas e deverão ser tratadas como tal, procedendo-se a seragem ao longo de sua linha. Após a limpeza com jato de ar (limpo e ausente de óleo), promover-se-á o tratamento com epóxi semi-rígido de modo a permitir o pequeno trabalho a que estarão sujeitas, impedindo, no entanto, que as bordas se despedacem ainda mais com o tráfego contí-

Concreto aparente Eternamente Jovem...

...só com Silano 120

Você não vê, mas por trás destas
superfícies, verticais ou
horizontais, está o SILANO 120.

Os anos passam e nada fica
alterado. Não haverá mais
presença de umidades
localizadas, bolor ou corrosão. É o
concreto aparente na plenitude
de sua forma.

Fax consulta nº 444

Comprove você também os benefícios do
SILANO 120
Protege sem criar película
Garantia mínima de 10 anos

nuo. A penetração de detritos é bastante facilitada nestas trincas (figura nº 2), quando a placa está fria (contraída). No entanto, quando é aquecida pelo aumento da temperatura ambiente, promover-se-á um processo de esmagamento destes detritos com conseqüente quebra das bordas da trinca, aumentando-a ainda mais. Os detritos acima citados, na verdade, são produzidos pela própria trinca à medida que a placa sofre os efeitos dos ciclos de expansão/contração, além de empenamentos ou levantamentos através destas bordas, produzindo-se fragmentos pelo atrito freqüente. As trincas maiores (figura 3), acompa-



Figura 3 - Trinca com deslocamentos.

nhadas de deslocamentos nas bordas (em torno de 5cm), provocadas por recalques diferenciais no piso/pavimento ou propriamente pela passagem de veículos com rodas duras, deverão ter um tratamento um pouco mais complexo. Normalmente dever-se-á fazer o tratamento com barras de transferência e/ou apenas conforme foi sugerido acima. A editora THOMASTEC dispõe de cópias do "Guia para projetos

de fundações de pavimentos de concreto" do ACI, Comitê nº 325. As trincas múltiplas (figura 4), que fazem interseção com



Figura 4 - Interseção de multiplas trincas.

outras, geralmente também necessitam de tratamento diferenciado. A sugestão é pelo corte paralelo de pelo menos 1 ½ metro além da zona afetada, tomando toda a espessura da placa, instalando-se aí barras de transferência (sugerimos a leitura da RECUPERAR nºs 11, 12 e 21) em ambos os lados da placa.

E os vazios sob o piso/pavimento?

É difícil prever quando há vazios sob o piso ou um pavimento. No entanto, em pouco tempo surgirão as conseqüentes trincas ou mesmo fraturas que comprometerão toda a sua performance. Em algumas situações torna-se evidente que há vazios, já que é comum a surgência de manchas mais escuras que denotam, quase que invariavelmente após ou durante os dias de chuva, a ocor-

Continua. na pág. 32

TRINCAS COM MOVIMENTOS?



EPÓXI 36 o semi-rígido

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

Use Tecnologia.

Use EPÓXI 36



Fax consulta nº 445

OCEANIC

Serviços Submarinos

- Inspeção em Estruturas Submersas.
- Medição de Espessura por Ultra-Som.
- Ensaios Não Destrutivos / Medição de Potencial Eletroquímico.
- Inspeção por Partículas Magnéticas.
- Registros Fotográficos.
- Levantamentos Topo-batimétricos.
- Aplicação de massa epóxi / Injeção de Graut e Resinas.
- Concretagens Submersas.



Rua Calubi, 324/14 - Perdizes - 05010-000 - São Paulo/SP
Fones: (11) 931-5164 e 864-0094 • Fax: (11) 262-5411

rência do chamado “bombeamento” devido ao repetido carregamento naquela região (figura 5). A solução é pela injeção de po-



Figura 5 - Vazios identificados por manchas escuras na superfície.

liuretano hidroativado (PH Flex), após a execução de uma rede de furos passando através do piso. Com isto, preencher-se-ão os vazios, à medida que se expulsa a água daqueles bolsões. Dever-se-á tomar cuidado para evitar levantar ou quebrar o piso/pavimento. Quando a placa “descer” por inteiro ou recalcar completamente em relação às quatro placas vizinhas, limitadas pela junta, poder-se-á “levantá-la” com a técnica do PH Flex citada acima. O segredo é o cuidado em sua execução.

Os defeitos na superfície do concreto

O piso começa a levantar poeira, à medida em há tráfego de pessoas ou veículos. Este problema deverá ser tratado o quanto antes

com endurecedor químico de superfícies (do tipo Duro 10), já que pela continuidade comprometer-se-á ainda mais a superfície em função da erosão que provocará a perda dos agregados graúdo e miúdo. Há também aquelas situações nas quais se poderá aplicar uma fresadora para “comer” aqueles 3mm da superfície do concreto que apresenta-se friável. É uma solução cara, mas muito boa.

A superfície está bastante áspera

Por algum motivo, o piso/pavimento apresenta-se áspero o suficiente para o cliente não gostar (figura 6). A solução é aplicar



Figura 6 - A fresagem corrige superfícies mal acabadas.

uma fresa, regulando-se o desbaste para uma situação ótima de acabamento. Dependendo da situação poder-se-á aplicar polimento.

A superfície está escorregadia

Várias soluções. Entre elas a tinta antiderrapante, fresagem e o hidrojateamento de

areia são recomendadas para neutralizar pisos e pavimentos que tornam-se escorregadios quando molhados.

Esta situação é muito comum em pisos de estacionamentos, garagens, pistas de aeroportos, além de pisos comerciais e industriais. As lâminas das fresadoras conseguem cortar de um a 5 milímetros, produzindo micro-estrias, tornando antiderrapante e com aparência de seco, quando molhado (figura 7).



Figura 7 - Quando a superfície é texturada parece seca quando molhada.

Recuperando deslocamentos

Quando ocorrem deslocamentos que não atinjam mais do que um terço da espessura do piso/pavimento, poder-se-á tratá-los de forma rápida e eficiente. Faça um corte ao longo do perímetro da área a ser recuperada, removendo o concreto afetado até, no máximo, a espessura de 1/3 da placa. Promova a saturação da região com água por, pelo menos, duas horas. Retire o excesso d’água e aplique uma pasta de cimento modificada com polímero acrílico ou de estireno buta-

DURO 10
Endurecedor Químico de Superfícies

DURO 10 não é uma pintura. Logo, não arranha.

Resiste a óleos e graxas.
Com DURO 10 seu piso nasce melhor.

DURO 10 é um produto à base de silicato, em água, para ser aplicado em pisos de concreto. Reduz drasticamente a porosidade e a alcalinidade, que são as causas da maioria dos problemas em pisos de concreto.

A Fórmula Original DURO 10 pode ser usada em estruturas novas e antigas, inclusive como agente de cura. Age como excelente primer para concretos que serão revestidos ou pintados. É ideal, também, para dar resistência a emboços comprometidos, possibilitando a pintura. Use DURO 10 para tratar também pisos de indústrias, garagens, aeroportos, rodoviárias, estádios, etc.

Fax consulta n° 446

DURO 10
Endurecedor Químico
do



Mexer em juntas de dilatação com infiltração?

Só com PH Flex AB Branco.

Fax consulta nº 450

Imagine aquela situação onde há vazamentos através da junta de dilatação em tetos de garagens ou de pontes. Como tratar sem interferir na rotina do piso superior? Com o PH Flex AB Branco você não precisa se preocupar. Sendo um poliuretano elastomérico a dois componentes, basta misturar e injetar. Em 5 segundos, mesmo com a presença d'água, formar-se-á uma borracha vedante, com total aderência nas laterais da junta, acabando com a infiltração e protegendo o concreto armado de possíveis problemas de corrosão. Sem quebra-quebra e sem interferência no piso superior.

PH Flex AB Branco

A solução das juntas de dilatação.



GREEN MOUNTAIN INTERNATIONAL, INC.



Figura 8 - Recuperação parcial.

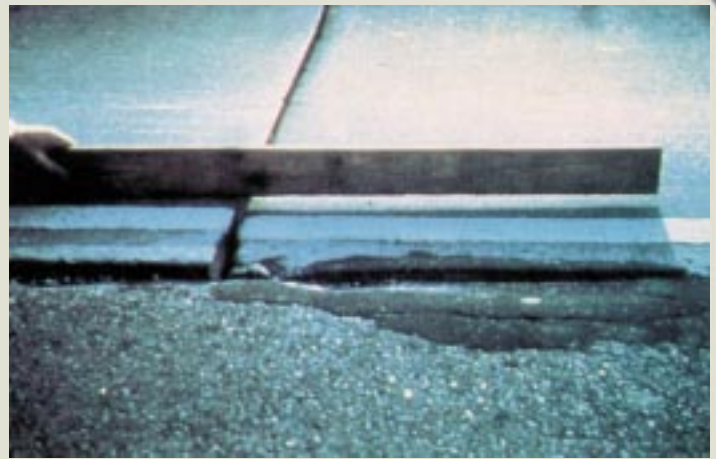


Figura 10A - Erosão na sub-base do pavimento causa este desnivelamento que promove desconforto ao usuário, quando alcança 6mm. A solução é a fresagem e, de forma mais cautelosa, a injeção com graut, de modo a restabelecer o nível.



Figura 9 - Barra de recuperação preparada para ser instalada na cavidade. As duas cápsulas de plástico extremas deverão ser fixadas com folga, para permitir que a junta abra ou feche, após a sua instalação. A esponja central impede que a argamassa de recuperação adentre na junta.



Figura 10C - Os cortes são feitos ao longo da linha de ação dos pneus. À seguir entra-se com um martete para remover o concreto cortado.

dieno. Imediatamente a seguir, aplique o concreto de recuperação, em traço compatível com o concreto original, acelerando-o para o caso de uma liberação rápida.

Transferidores de carga

As cargas aplicadas sobre um piso/pavimento são transferidas de uma placa para outra, através da sub-base que serve de suporte, do entrelaçamento entre agregados e, adicionalmente, por aparelhos de transferência de carga do tipo barras de ligação e barras de transferência. Quando o sistema de transferência de carga não funciona ocorrerão trincas e até fraturas no piso/pavimento. Um modo de resolver este problema é proceder cortes transversais paralelos nas trincas existentes, como se fosse uma costura, chumbando, a seguir, barras em seu interior (figura 10).

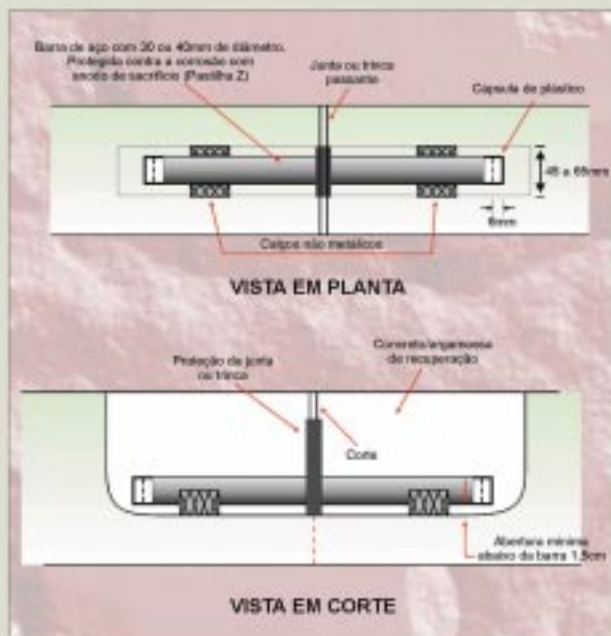


Figura 10B - Detalhes da instalação das barras de transferência seja aplicada em juntas ou trincas com cedência.

Fax consulta nº 447

Para ter mais informações sobre Pisos.

Click aqui:

<http://www.recuperar.com.br>

REFERÊNCIAS

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