



48 pilares

Com um mínimo de interrupção, três blocos de edifícios tiveram seus pilares reforçados com fibra de carbono.

Carlos Alberto Monge

Grande parte, senão a maioria, dos sinistros que ocorrem em edificações acontecem sem que haja colapso, tanto parcial como total, felizmente. A natureza física da ação múltipla que existe nas armaduras do concreto pode ser o fator contribuinte para a resiliência das peças estruturais. Entretanto, os métodos construtivos, os tempos exigidos entre cada etapa da obra, os graus de redundância, articulações e contenções externas podem criar efeitos secundários capazes de iniciar ou impedir a ruína de uma estrutura. Podemos ter durante a vida da estrutura a ocorrência de incompatibilidade entre os materiais empregados, erros, tanto de projeto quanto de execução, que passaram despercebidos antes e durante a obra ou mesmo condições ambientais que afetam a edificação, podendo conduzi-la ao indesejável estado de ruína.

Por exemplo, a presença de grandes fissuras e trincas em peças de concreto armado é, normalmente, indicação de tensões anormais localizadas. É o caso das trincas verticais que ocorreram nos pilares de três edifícios que compõem um condomínio situado na capital de São Paulo. Os três blocos de edifícios, com vinte e cinco andares cada, têm cerca de 30 anos e possuem ao todo quarenta e oito pilares de sustentação.

O diagnóstico

Este caso é uma prova clara de que revestimentos mascaram a situação de estruturas sintomáticas. Os pilares da edificação, compostos por seção variável em “V” de concreto armado, foram submetidos a um trabalho meramente estético de remoção do



A situação dos pilares com trincas e fissuras verticais é evidenciada neste exemplo.

Quando a obra necessitar de reforço estrutural ...

... use
MFC

MFC é fibra de carbono para reforço de estruturas de concreto armado e protendido. Aplicada desde 1996, MFC é a pioneira no Brasil em serviços de reforço estrutural. Dispomos de diversas formulações epóxicas estruturantes adequadas, inclusive para situações onde haja presença de umidade, ou mesmo, subaquáticas.

MFC é rapidez, mínima mão-de-obra e grande economia.

Direto do Japão, sem intermediários, você tem fibra de carbono e todos os demais componentes, através da Rogermat.



Pilares, vigas e lajes, além de tubulações de concreto e aço são as aplicações ideais para reforços com fibra de carbono e epóxis estruturantes.

MFC

ROGERMAT

Entre em contato e peça já o seu catálogo.

e-mail: rogermat@ig.com.br

Tels: (0xx21) 493-4702

Fax: (0xx21) 493-5553



A seção variável em concreto armado típico dos pilares de edificação.

seu antigo revestimento, percebendo-se então a existência de trincas verticais mais ou menos situadas no meio da seção das peças. A causa deste sério sintoma foi atribuída, pelos calculistas, aos dois pilares que nascem a partir do primeiro pavimento e que descarregam nos pilares com seção em “V” situados no nível térreo. Este sistema de atuação de cargas, naturalmente em função da geometria das peças, provocou a surgência de trincas, motivado por provável deficiência na armação no topo dos pilares com seção em “V”.

Continua na pág. 15



As trincas e fissuras foram injetadas antes do trabalho de reforço.

Você está tratando de minação d'água com produtos de superfície? Tratamentos tópicos apresentam riscos e você sabe disso.



A tecnologia da injeção com poliuretano hidroativado PH Flex ataca, de maneira profunda, a água de onde quer que ela venha. Assim, infiltrações em galerias e paredes de barragens, paredes diafragma, minações d'água, pisos e poços de elevadores, galerias, metrô e vazamentos em castelos d'água são resolvidos direta e profundamente, sem chance de retorno. Para sempre!



INJETE PH FLEX.

Fax consulta nº 328

Testes Não Destrutivos?

NDT JAMES INSTRUMENTS INC.
NON DESTRUCTIVE TESTING SYSTEMS

Fax consulta nº 433



A modificação da seção variável dos pilares. Utiliza-se forma e micro-concreto.



A preparação da fibra de carbono para corte.



O corte da fibra de carbono sendo executado.



A preparação do epóxi estruturante.

A impregnação do tecido de fibra de carbono com epóxi estruturante.

A recuperação

Casos como este impõem medidas corretivas imediatas, passando-se por cima de uma possível exigência da verificação da taxa de abertura das trincas, o que foi feito com um sistema de reforço com peças metálicas em forma de anel, abraçando-se os 48 pilares.



Aplicação do rolo tira bolhas sobre o tecido já aderido no substrato pela aplicação do epóxi estruturante. Foram utilizadas cerca de 6 camadas, em média, nos diversos níveis da altura dos pilares.

Perfurações e Cortes



Adotamos as melhores máquinas de corte com discos diamantados, que podem ser operadas por controle remoto (walkaw).



Sistema Walkaw em operação



Perfurações com coroa diamantada e colagem de arrancos com Resina Epóxi Vitrifica



Quando tecnicamente não podemos executar as aberturas com o sistema Walkaw, as mesmas são executadas com coroa diamantada (serra copo).

EXECUTAMOS:

- Furos em concreto até 16" • Extração de corpos de prova
- Furos e chumbamentos de arranque
- Serviços especiais sem vibrações



SISTEMAS DE CORTES E PERFURAÇÕES EM CONCRETO LTDA.

Fones: (011) 4224-4697 e 4227-3044
Tel/Fax: (011) 4224-6707
Home Page - <http://www.furacon.com.br> E-mail: furacon@ig.com.br

Não contrate serviços de recuperação...



...contrate soluções com fibra de carbono.

Em sua próxima obra de recuperação e reforço estrutural escolha praticidade, eficiência e rapidez. Consulte-nos, pois temos a maior experiência em serviços de reforço com fibra de carbono.

Ligue hoje mesmo.
Atendemos em todo o Brasil.
tel/fax: (11) 3904-0122 / 3904-0493

MC
Serviços Técnicos e Engenharia

Fibra de Carbono

Sistema MBrace™

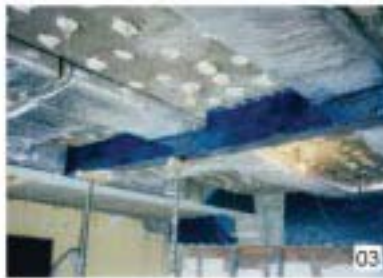
Recuperação Estrutural



Recuperação e reforço de estruturas em concreto e aço (Sistema Mbrace):

-Reforço da torre de transmissão da Rede Globo 136,00m de altura (foto 01).

-Reabilitação do Prédio, futuro hotel Marriott Renaissance, com reforços em Fibra de Carbono Mbrace, (foto 02). Av. Atlântica, Rio de Janeiro.



Abertura e fechamento de vãos, em vigas e lajes, para passagem de tubulações e dutos (fotos 03 e 05)



As fotos abaixo (06) mostram o corte de 40% da altura das vigas da cobertura do Botafogo Praia Shopping, para melhorar a visão do Pão de Açúcar

Reforço de laje em shopping segundo Sistema Mbrace para aumento de carga, exigido por mudança de uso (Supermercado Sendas)



*33 anos de experiência,
mais de 410 obras em todo o Brasil,
110 com Fibra de Carbono.*



Recuperação Estrutural
Fibra de Carbono
www.teprem.com.br



Master Builders
Technologies

MBrace™



Os diversos níveis de aplicação do reforço com fibra de carbono.



Situação típica de um pilar já reforçado com fibra de carbono, esperando o tempo de cura de 7 dias para remoção do antigo reforço metálico existente.

Imediatamente a seguir, executaram-se serviços de injeção epóxica nas trincas e fissuras existentes, de modo a promover-se a monolitização das peças. Antes, foi verificada a situação das barras com relação a um possível estado de corrosão, não confirmado.

A partir daí, com a estrutura aparentemente segura, procederam-se os cálculos de estabilidade dos pilares, chegando-se a uma solução pela correção da seção variável dos pilares com execução de forma, aplicação de agente de colagem epóxico seguido da utilização de micro-concreto.

O reforço propriamente dito foi feito com aplicação de fibra de carbono ao longo das várias seções dos pilares, totalizando cerca de seis camadas por seção.

Após a aplicação da última camada de fibra de carbono, aspergiu-se areia de quartzo de modo a permitir a aderência do chapisco.

Medir a Resistividade do Concreto



também é importante.

Um bom ambiente elétrico, tanto no concreto armado quanto no protendido, favorece o desenvolvimento da corrosão.

Resistividade elétrica só com



RESI

Fax consulta nº 412



A remoção do reforço com estrutura metálica em andamento...

Posteriormente, foi feito um enchimento, de modo a restituir a geometria original dos pilares.

Fax consulta n° 458

Para ter mais informações sobre

Métodos de recuperação.

Click aqui:

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

REFERÊNCIAS

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



...e o pilar no processo de acabamento.

Lápis Medidor de pH

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



Fax consulta n° 329

- Controle global da qualidade na construção;
- Controle tecnológico de concreto, solos e pavimentação;
- Recuperação e reforço de estruturas;
- Gerenciamento e fiscalização de obras;
- Inspeções e laudos técnicos em estruturas;
- Provas de cargas e controle de recalques;
- Análises químicas, físicas e metalográficas.



Grupo falcão bauer

Rua Aquinos, 111 - São Paulo - CEP 05036-070
 fones: (11) 861-0833 / 861-0677 - fax: (11) 861-0170
 internet: <http://www.falcaobauer.com.br>
 e-mail: bauer@falcaobauer.com.br
 CREDENCIADO: INMETRO E IBQN



Fibra de carbono segura a barra do concreto.

Veja como em um serviço de reforço estrutural, que teve um concreto mau dosado por concreteira famosa, a fibra de carbono teve papel fundamental.

Joaquim Rodrigues

O relato de casos é, sem dúvida, uma parte importante na literatura da engenharia, já que apresenta aspectos importantes que devem cair no conhecimento público, de modo a serem conhecidos e, naturalmente, evitados. Muito embora possam causar embaraços ou controvérsias, é essencial para a redução de casos problemáticos ou litigiosos. O problema ocorrido em uma laje situada em uma concessionária de automóveis, no Rio de Janeiro, é um desses casos de vital importância para o meio construtivo pois evidência, tecnicamente, numa seqüência lógica, uma técnica de reforço interessante, um litígio, uma prova de carga que oferece provas do reforço e, finalmente, reforços adicionais.

A estrutura

Uma laje, em concreto armado convencional, com 176m² (19,35m de comprimento por 9,10m de largura) apoiada em vigas periféricas, foi concebida originalmente para atender a uma sobrecarga de 200kg/m². Com pouco mais de dois anos de uso, sofreu uma deformação crescente, que chegou a cerca de 150mm em seu centro, devido a erros de projeto, interrompida com três linhas de escoramentos. O sistema de escoramento teve que ser estendido ao 1º e 2º andares e subsolos para não causar danos às lajes inferiores.

O reforço

A obra, executada pela empresa de recuperação, baseou-se essencialmente num reforço à flexão com fibra de carbono no fundo



A laje reforçada e o posicionamento da fibra de carbono.



A laje após o reforço com fibra de carbono. Repare que o posicionamento das escoras foi paulatinamente alternado devido a interferência com os locais de colagem da fibra de carbono.



A mistura do epóxi estruturante.



A aplicação do epóxi estruturante na fibra de carbono.

da laje e uma zona de compressão com a execução de uma laje sobre a existente. As diretrizes especificadas pelo projetista foram as seguintes:

- Retirada total do contrapiso argamassado existente, que em algumas regiões chegou a uma espessura de 15cm, descobrindo-se totalmente a laje deformada.
- Execução de macaqueamento, o que foi feito gradualmente com as três linhas de escoras. Todas as deformações na laje foram retiradas, obtendo-se contraflexas em torno de 10mm no centro da laje.
- Apicoamento de toda a face superior da laje, aprofundando-se cerca de 0,5cm.
- Execução de cavas com dimensões de 15X15X10cm espaçadas a cada 2,00m de

modo a fazer a interligação da futura placa de reforço a ser posta sobre a laje. Nestas cavas, imediatamente antes da concretagem da nova placa, foi aplicado epóxi para favorecer a colagem.

- Aplicação de malha cruzada formada por duas camadas superpostas de fibra de carbono na região inferior da laje e nas vigas periféricas.
- Após a aplicação e cura (7 dias) da etapa anterior, foi projetada a aplicação de uma malha de ferro CA50A sobre a laje. Uma inferior com ferro de 16mm posicionada nas duas direções e uma superior, formada com tela.
- Execução de placa de concreto com espessura de 6cm, utilizando-se

$f_{ck} \geq 35\text{Mpa}$. O objetivo desta placa foi formar uma camada de compressão. Imediatamente antes da concretagem, saturou-se a superfície da antiga laje com água, aplicando-se uma calda de cimento com polímero acrílico para servir de agente de colagem.

O controle de qualidade

Durante os serviços de reforço, preconizados de acordo com os itens anteriores, a construtora mantinha, adicionalmente, uma empresa de controle tecnológico junto a de recuperação para conferir os materiais utilizados na obra. Durante a concretagem, foram moldados duas séries de 3 corpos de

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 proteção catódica para interromper a corrosão no concreto armado e protendido. Consulte-nos hoje mesmo.



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



O reforço no fundo da viga V11a.



A aplicação da fibra de carbono na laje.

prova para conferir a resistência exigida de 35MPa.

Passados 28 dias após a execução do reforço, os corpos de prova moldados pelo controle tecnológico deram como resultados os valores de rompimento de 27,28 e 29MPa apenas, o que fez com que a empresa responsável pelo projeto ordenasse, imediatamente, um novo escoramento.

O que aconteceu depois

A concreteira, que tem ISO 9001, diante dos resultados, aceitou fazer testes adicionais de esclerometria e, principalmente, extração de corpos de prova, através de uma outra empresa de controle tecnológico, no intuito de rebater a insuficiência de resistência à compressão obtida. Feitos os exames adicionais, obteve-se o valor médio (e insuficiente) de 28MPa. O projetista optou pela demolição da laje feita com o concreto da concreteira ou que ela executasse uma prova de carga, o que não foi cumprido pela concreteira, que tinha como argumentos os seus dois corpos de prova, rompidos aos 28 dias, com resultado de incríveis 36,3 e 35,3MPa. A construtora, com pressa em entregar a obra, solicitou a uma empresa especializada a execução de uma prova de carga para conferir a situação suporte da laje para a carga de 600kg/m².

A prova de carga

A prova de carga foi feita com base nas recomendações da norma brasileira NBR-9607 e da norma alemã DIN-1045. O carregamento foi materializado através da montagem de 3 “piscinas” d’água, confec-



A prova de carga atingindo o último estágio de carregamento. Sobrecarga máxima atingida de 600kg/m².

cionadas com lona plástica e estrutura suporte de madeira. Efetuada em 16 estágios, as etapas de carregamento e descarregamento foram feitas de forma progressiva com incremento de carga não superior a 100kg/m². O intervalo entre cada estágio de carregamento foi de 15 minutos, sendo neste período, efetuadas duas leituras em cada aparelho, ou seja, uma imediatamente após ser atingida a carga plena (flecha instantânea) e outra 15 minutos após a primeira leitura. As deformações ou deslocamentos medidos com deflectômetros de 0,01mm de sensibilidade foram analisados através de gráficos carga X deformação e deformação X tempo. A estrutura ficou submetida a car-

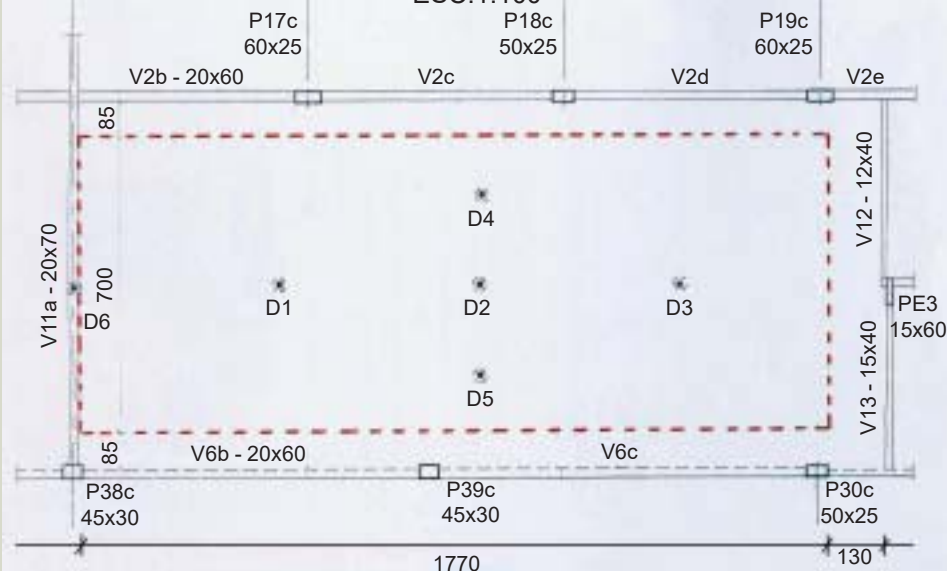
ga plena durante 24 horas, após o que foram lidos todos os deslocamentos verticais máximos (deflexões máximas) decorrentes da carga aplicada. Em seguida, procedeu-se à retirada do carregamento, também em etapas. Os trabalhos tiveram início em 8 de dezembro de 2000 e foram concluídos em 15 de dezembro.

Os resultados

No decorrer da prova de carga, após 14 horas com a carga plena de 600kg/m², a viga V11a apresentou fissuras e trincas em suas laterais, nas proximidades dos apoios e ao longo de seu comprimento. A região infe-

PLANTA

ESC. 1:100



A disposição dos deflectômetros sob a laje e vigas periféricas.

Deflectômetros	Deflexão máxima Com 24 horas em plena carga (mm)	Deflexão residual (mm)	Deflexão residual tolerada DIN-1045 (mm)
----------------	--	------------------------	--

1	19,22	4,67	4,80
2	21,38	4,98	5,34
3	15,53	3,18	3,88
4	13,93	3,18	3,48
5	13,30	3,11	3,32
6	3,65	0,87	0,91



A 2ª camada sendo aplicada na região inferior da viga V11a.

"Todos os segredos dos epóxis para aplicação em ETEs"

Não perca

RECUPERAR

nº 39

Recuperação e Reforço Estrutural



Desde 1975



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

TECNÍPOL

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

Fone: (011) 573-0609

Fax: (011) 575-4028

rior da laje e a viga, submetidas ao reforço com fibra de carbono não apresentaram qualquer anormalidade. No quadro, abaixo apresentado, observa-se que as deflexões residuais obtidas após 24 horas do descarregamento ficaram abaixo do limite estabelecido pela norma DIN 1045.

O parecer da empresa de consultoria que executou a prova de carga manifestou que a laje ensaiada apresentava suficiente grau de segurança para absorver uma sobrecarga distribuída de até 600kg/m².

Medidas adicionais

O projetista, de posse do resultado da prova de carga, decidiu fazer reforço adicional na viga V11a, tanto à cortante quanto à flexão, utilizando a técnica da fibra de carbono. Para a primeira situação, aplicou-se a fibra transversalmente às trincas surgidas próximo aos apoios. Para aumentar ainda mais a resistência aos esforços de flexão, decidiu aderir mais uma camada de fibra de carbono no fundo da viga.

O aspecto legal após a obra

Após a obra restou o litígio entre a construtora e a concreteira, que nada tem a contestar, já que esta última deveria assumir que forneceu um concreto com resistência inferior ao comprado (pago antecipadamente) ou vendeu um produto que não foi o que a construtora comprou. Trata-se de um



O reforço, para esforços de cisalhamento, feito com fibra de carbono, nos cantos da viga V11a.



Nesta foto o registro da surgência de trincas inclinadas na viga V11a, após 14 horas de carga plena.



O estado de fissuramento na viga V11a durante o carregamento, sob outro ângulo.



Em detalhe os deflectômetros nº 2 e 5, posicionados no centro geométrico da laje e a 1/4, respectivamente.

Vista dos deflectômetros nº 1 e 6 - posicionados sob a região inferior da laje e da viga V11a, respectivamente.

ato de lesão ao consumidor que, naturalmente, foi parar no tribunal. Para esta situação existe um segmento denominado engenharia forense que nada mais é do que a aplicação de princípios técnicos na investigação de estados de ruína ou de problemas de comportamento de estruturas ou de materiais. A palavra “forense” significa fórum público, advogados e engenheiros especializados, principalmente em patologia da construção, entram em cena para disputar uma ação. Neste caso, as evidências da concretiza são insuficientes já que ensaios posteriores comprovaram a insuficiência da resistência. Justificativas de que no dia da obra

havia chovido e poderia comprometer os corpos de prova ou de que a laje é apenas um enchimento (a função da laje é dar zona de compressão ao reforço) são insuficientes.

Fax consulta nº 460

Para ter mais informações sobre Técnicas de Recuperação.

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.

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. Mas todos os 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

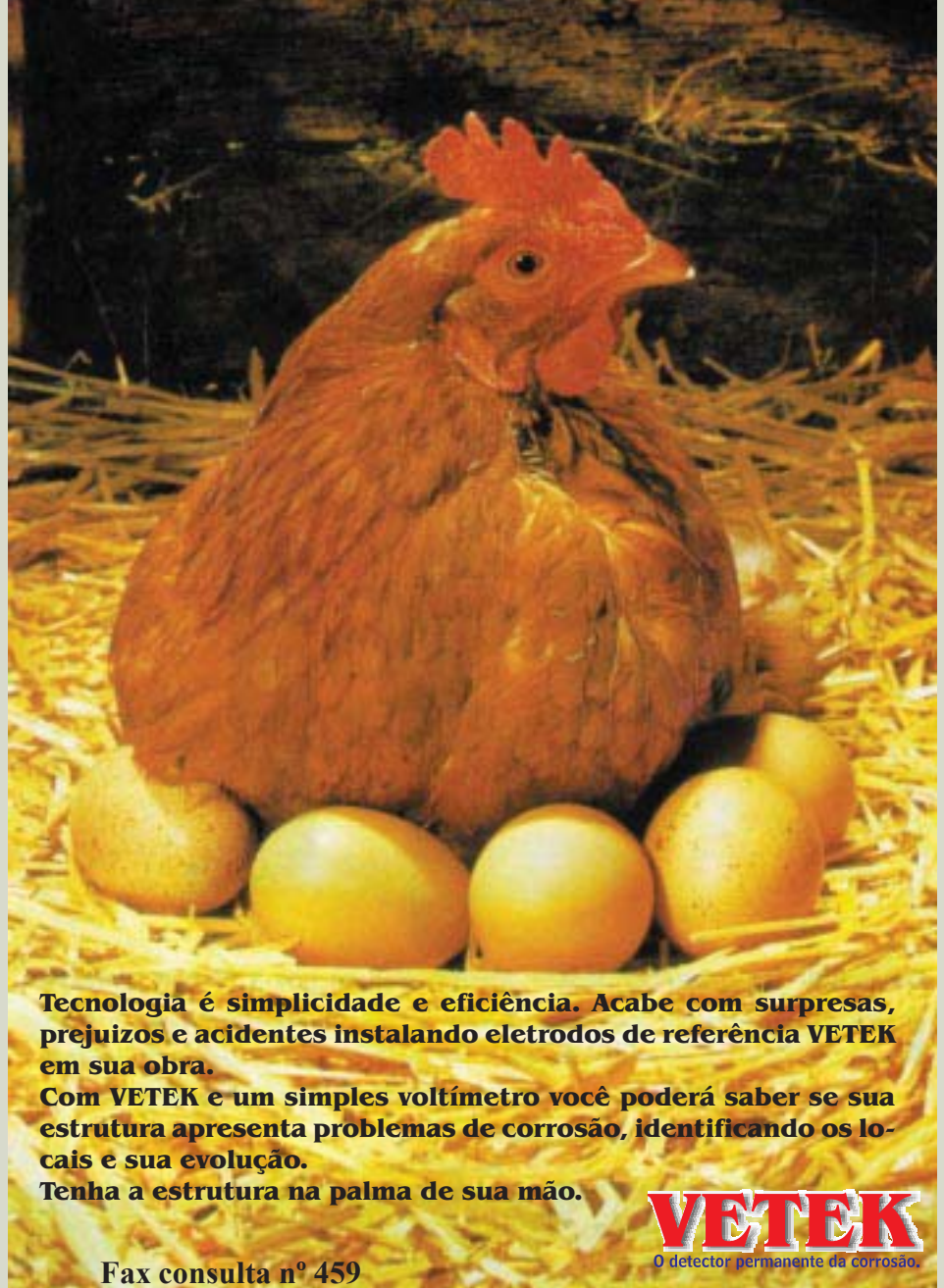
a rainha das fibras.



FORTA

Fax consulta nº 412

Estruturas devem ser controladas



Tecnologia é simplicidade e eficiência. Acabe com surpresas, prejuízos e acidentes instalando eletrodos de referência VETEK em sua obra.

Com VETEK e um simples voltímetro você poderá saber se sua estrutura apresenta problemas de corrosão, identificando os locais e sua evolução.

Tenha a estrutura na palma de sua mão.

VETEK
O detector permanente da corrosão.

Fax consulta nº 459



Detectando a corrosão no concreto armado e protendido (II).

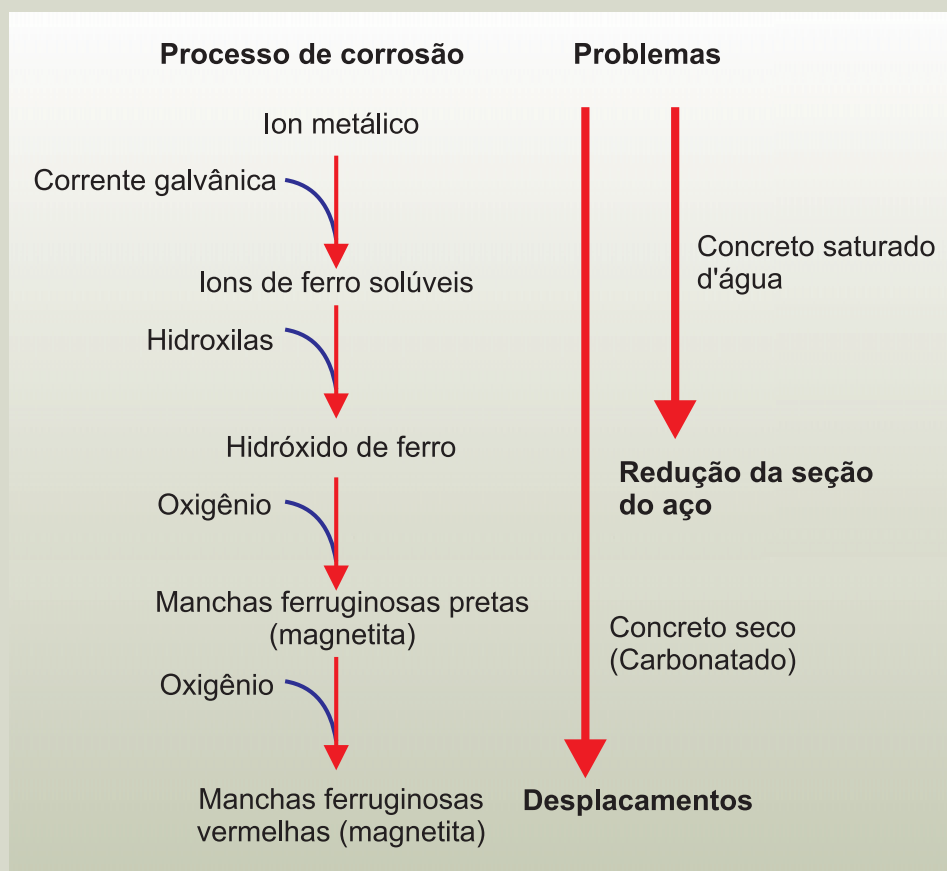
Mais dicas práticas de como detectar corrosão em estruturas de concreto armado e protendido.

Carlos Alberto Monge

O propósito da boa interpretação dos potenciais de corrosão obtidos em estrutura de concreto armado ou protendido visa o profundo conhecimento dos sintomas eletroquímicos existentes, podendo se decidir com isto onde serão realizados os serviços de interpretação deste sério problema. Dever-se-á observar, antes de proceder ao o teste com a semi-pilha, algumas particularidades com relação à estrutura a ser analisada, pois poderão interferir nas leituras, obtendo-se, desta forma, valores incoerentes.

- A superfície do concreto, nas regiões onde será feito o teste, não deverá apresentar deslocamentos ou trincas.
- É necessário que haja continuidade elétrica entre as barras das armaduras da estrutura.
- O teste deverá ser executado em um dia considerado típico. Por exemplo, evitar-se-á a situação de estruturas molhadas ou úmidas, devido a chuvas que tenham caído na véspera.

A análise com a semi-pilha nos dá uma indicação momentânea do equilíbrio existente no estado de corrosão ao longo das armaduras, que muda, efetivamente, à medida que a umidade e outros fatores são alterados. Todo e qualquer processo de corrosão deflagrado ao longo das armaduras será detectado pelos potenciais da semi-pilha, a não ser que este processo seja ainda muito insipiente. Em certos casos, as carepas de corrosão formadas, tanto de magnetita quanto hematita (pois possuem estrutura de poros semelhantes) formarão um escudo ao circuito existente, impedindo a medição dos potenciais. Neste caso, estaremos medindo os po-



A corrosão do aço ocorre em estágios. Cada um deles requer um suprimento adicional de oxigênio.

tenciais da magnetita, que é um óxido estável, iludindo o operador da semi-pilha já que os potenciais deste metal não sugerem corrosão. Esta situação não é fácil de ser observada. Logo, torna-se importante abrir “janelas”, de modo a checar o produto da corrosão. Naturalmente, os potenciais levantados variam de estrutura para estrutura e devem ser avaliados individualmente.

- De modo geral, os íons de ferro dissolvidos podem permanecer em solução nos poros do concreto ou percolarem através das fissuras e trincas em direção à superfície da estrutura, onde reagirão com o oxigênio do ar para formar aquela famosa mancha de ferrugem marrom/vermelha (hematita). Por outro lado, poder-se-á ter processos de corrosão absolutamen-

Corrosão no Concreto Armado

É perigoso avaliar o estado de corrosão apenas pelos sintomas terminais.

Semi-pilha CPV-4

Somente a semi-pilha CPV-4 "vê" aquele estado de corrosão que irá acontecer, já que identifica as células eletroquímicas existentes nas armaduras do concreto "bom" e que, certamente, irão comprometer sua garantia. Não arrisque. Antes de fazer sua proposta de recuperação para estruturas de concreto armado afetadas por corrosão, "veja" também a situação das armaduras do concreto "bom". É mais seguro. Seu cliente irá gostar. É tecnologia. Consulte-nos hoje mesmo.

Fax consulta nº 351



te aprisionados ao longo das armaduras, somente tornando-se aparente pela surgência de trincas na superfície do concreto. Esta segunda situação, é claro, é mais prejudicial à estrutura porque invariavelmente ocorre com perda de seção nas armaduras. Uma situação típica são as juntas de dilatação de nossas pontes e viadutos que, invariavelmente, deixam passar água da chuva, desencadeando processos invisíveis de corrosão na zona de fretagem dos pilares, nas laterais das travessas e vigas, podendo chegar a taxas de corrosão localizadas superiores a 10mm de seção das armaduras por ano. Os vários estágios de corrosão das armaduras são apresentados na figura da página anterior.

- Quando o concreto apresenta-se seco, os produtos de corrosão permanecem na superfície das armaduras, sendo oxidados ali. Quando isto ocorre, já sabemos que originar-se-ão tensões superiores a que o concreto pode resistir, devido ao aumento do volume das barras de aço, ocorrendo trincas na zona de recobrimento do concreto. O nível ou grau de corrosão necessário para produzir trincas na camada de recobrimento dependerá do diâmetro das armaduras, da espessura do recobrimento, da resistência e da porosidade do concreto. Como regra geral, poder-se-



A investigação dos potenciais de corrosão, com o objetivo do mapeamento dos sintomas, em uma viga caixão sobre o pilar em um viaduto.

Epóxis de alta performance para pisos de concreto.

Nossa experiência em pisos epóxicos para indústrias começou há 33 anos atrás. Nossa especialidade são os pisos sujeitos a ataque químico severo e a grande trabalho de abrasão. Peça-nos, hoje mesmo, cotação para o seu próximo piso epóxico.

Fax consulta nº 430

á usar a relação entre o diâmetro das armaduras e a espessura do recobrimento como guia. Por exemplo, com uma relação igual a 0,5, poder-se-á ter uma profundidade de corrosão na armadura em torno de 0,1mm, suficiente para trincas de recobrimento.

Isto significa que, caso tenhamos uma taxa de corrosão tão pequena quanto 0,01 mm/ano, poderemos ter a surgência de trincas na superfície do concreto dentro de 10 anos.

Quando avaliamos os efeitos da corrosão, torna-se importante analisar sua relação produção/quantidade dos produtos de corrosão formados. A umidade do concreto e a possibilidade de haver surgência de corrosão por pites ou mesmo generalizada, ao longo da superfície da armadura, poderão ser parcialmente determinadas tanto pela análise das barras afetadas quanto pela resistência elétrica do concreto (resistividade). Se estivermos analisando a condição de surgência de corrosão por pites, dever-se-á considerar o histórico das condições do ambiente, o que poderá ser feito tanto investigando a possível fonte de cloretos (ou o local de maior evidência) e de outros contaminantes, como o nível de molhagem do concreto. Dever-se-á perceber se houve mudanças nas condições de exposição de estrutura, tipo respingos que estejam caindo de um novo telhado construído. Quando analisamos uma estrutura de concreto absolutamente seca, torna-se necessário conhecer a planta de armação (diâmetro e comprimento das barras) e a espessura de recobrimento do concreto, antes de expormos os resultados dos potenciais obtidos. Em estruturas sujeitas a molhação



Poder-se-á adaptar hastes ao eletrodo, de modo a facilitar a busca dos potenciais.

ONLINE
RECUPERAR

Faça hoje mesmo sua assinatura on-line, e tenha a **RECUPERAR** em seu computador.

Em breve:
todas as matérias já editadas através da internet.

www.recuperar.com.br
problemas, causas e soluções.



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 o 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 nº 358

constante e com sintomas de trincas e corrosão, torna-se obrigatória a abertura de “janelas”, seguindo-se uma análise visual apurada, particularmente nas juntas de dilatação.

Limitações

O mapeamento dos potenciais não deverá ser feito em locais onde há incidência evidente de corrosão (aparente e séria) pelos seguintes motivos:

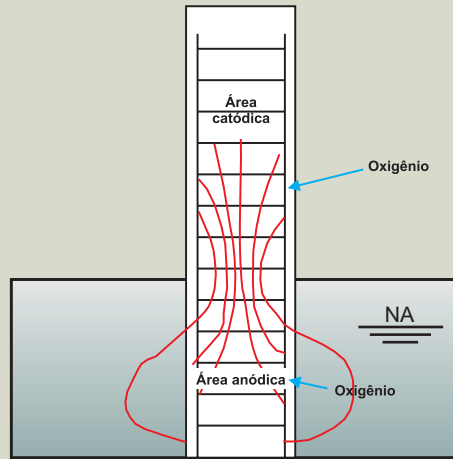
- Após a formação dos produtos de corrosão, formar-se-ão grandes trincas (abertura superior a 2-3mm), que quebram a ligação eletrolítica em torno da armadura, significando que o aço não possui mais este tipo de ligação com o concreto, necessário à atuação da semi-pilha.
- Certas formas de carepas de corrosão (especialmente a magnetita) são condutoras de electricidade, possuindo potenciais similares aos metais nobres. Desta forma, obter-se-á uma mistura de potenciais, envolvendo armaduras corroídas e magnetita, tornando imprecisa a análise.

Assim, para evitar estes problemas, deverá-se limitar o mapeamento dos potenciais de corrosão a duas situações:

- Definindo-se áreas onde as armaduras estejam totalmente cobertas ou protegidas da corrosão pela camada de recobrimento do concreto. Esta condição é caracterizada pela surgência de altos potenciais, isto é, potenciais mais positivos que -50mV (com eletrodo de sulfato de cobre – ESC), podendo-se obter valores tão grandes quanto $+150\text{mV}$ ESC. Valores como estes ocorrerão apenas onde a interface concreto/aço não tenha sido afetada, não podendo existir qualquer situação que possa comprometer esta condição do concreto, como por exemplo, uma reatividade álcali-agregado.

Limitando-se as áreas onde há corrosão localizada, definidas pela surgência dos potenciais mais negativos e por consideráveis gradientes de potenciais. Lembremos que gradientes de potenciais indicam a direção das correntes de corrosão. Dever-se-á executar as seguintes análises adicionais, com a semi-pilha, de modo a se determinar a situação das áreas onde o mapeamento é desaconselhado:

- Existe uma grande macro-pilha em torno da área onde foram levantados os potenciais, e esta área é apenas parte do catodo? É o caso, por exemplo, de um pilar semi-enterrado, onde a área do anodo é a armadura abaixo do solo (com água) e o catodo situa-se vários metros acima.



Macropilha em um pilar semi-enterrado: a primeira fonte de oxigênio está acima da linha do nível d'água (lençol freático).

- Há evidência de deterioração no concreto? Esta estrutura deverá ser analisada em relação à falta de homogeneidade do seu concreto, reatividade álcali-agregado (RAA) etc. Quando há RAA, normalmente apresenta baixos valores de resistência elétrica ou resistividade ($<5\text{k}\Omega\text{cm}$).
- A qualidade da proteção do concreto contra a corrosão está diminuindo? Dever-se-á fazer testes de carbonatação, cloretos, resistividade e verificar se há presença de eflorescências na superfície. É interessante notar que quando constata-se carbonatação, a resistividade poderá apresentar-se alta. A ocorrência da lixiviação da cal (eflorescências brancas na super-



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 nº 402

fície) implica num provável aumento de resistividade, ao passo que o ingresso de cloretos sempre irá importar na diminuição da resistividade. Quando se encontra altos teores de cloretos em uma determinada região, é comum deparar-se com resistividades menores do que $3k\Omega\text{cm}$. Poder-se-á, com base no mapeamento da resistividade, estimar os locais onde haverá maiores concentrações de cloretos. Logo, com estas análises e o mapeamento dos potenciais feito dentro de um período de tempo significativo, teremos uma visão bastante precisa da situação da estrutura.

- Claro que não poderão faltar aberturas de “janelas” para se verificar o real estado das armaduras, particularmente perto de trincas e juntas de dilatação, ou onde exista presença de manchas de óxidos ferruginosos. O corte do concreto para a execução das “janelas” poderá ser de aberturas quadradas com 20cm de lado e profundidade suficiente para análise de toda a seção da armadura, checando-se a aparência dos produtos de corrosão, a redução da seção das barras e o tipo de corrosão (se por pites ou generalizada). 

Fax consulta nº 461

Para ter mais informações sobre Corrosão, click aqui:

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

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Chess P. and Grovold F. Corrosion Investigation: A Guide to Half-cell Mapping, Thomas Telford, London.
- Dawson, J. L. Corrosion monitoring of steel in concrete, in Crane A. P. (ed.), Corrosion of Reinforcement in Concrete Construction, The Society of Chemical Industry/Ellis Horwood Ltd.
- Gower, M.R. and El-Belbol, S.M.T. Cathodic protection of reinforced concrete - which anode? Expected in International Congress, Concrete in the Service of Mankind, Conference 5, Concrete Repair, Rehabilitation and Protection.
- Pullar-Strecker, P. Corrosion Damaged Concrete - Assessment and Repair, CIRIA, Butterworths.
- Sergi, G. and page, C.L. Advances in electrochemical rehabilitation techniques for reinforced concrete, Proceedings of UK Corrosion 95, Day 1, SP Conferences.
- Kessler, R.J. Powers, R.G. and Lasa, I.R. “Zinc Sheet Anodes with Conductive Adhesive for Cathodic Protection”. Materials Performance.



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 nº 271



Fazer serviço de recuperação sem a RECUPERAR pode pôr você no caminho errado da cadeia alimentar. Entre hoje mesmo na RECUPERAR ON LINE e saia desta posição incômoda.



Cheque. Confirme. Acesse. RECUPERAR On Line. Respostas instantâneas para você.



E a fibra de aramida?

A fibra de aramida chegou para concorrer com a fibra de carbono.

Carlos Carvalho Rocha

Anualmente uma infinidade de estruturas, sejam de pontes, edificações ou de indústrias necessitam serviços de reforço ou de recuperação estrutural motivadas por problemas de corrosão nas armaduras, erros ou modificação de projeto ou, simplesmente, por alteração nas cargas atuantes. Desde o início dos anos 80 uma nova tecnologia de reforço, que utiliza polímeros armados com fibras, vem facilitando a vida das empresas de recuperação. No Brasil, esta tecnologia foi introduzida a partir da divulgação na revista RECUPERAR nº 11, em 1996, informando os benefícios da fibra de carbono. Recentes terremotos no Japão, Califórnia e Itália vieram acelerar ainda mais a adoção desta fantástica tecnologia, particularmente em obras de arte, motivado pela facilidade, rapidez, ausência de interrupção e resposta da estrutura, incomparável em relação aos sistemas tradicionais de reforço. Muito já se conhece sobre a utilização da fibra de carbono, através das inúmeras matérias divulgadas na RECUPERAR desde então.

Uma nova fibra, a aramida, com características semelhantes à fibra de carbono, está sendo lançada em nosso mercado de serviços de reforço estrutural, aparentemente trazendo um pouco mais de vantagens. Esta fibra tem o nome comercial de Kevlar.

As características da Kevlar

Para quem já aplica a fibra de carbono, a Kevlar muito se assemelha, exigindo-se essencialmente qualidade na mão de obra de aplicação e na preparação das superfícies. Esta fibra é vendida na forma de tecido



Aplicação da fibra de Kevlar em toda a seção de um pilar de uma ponte.

unidirecional com os nomes AK-60 e AK-40, com larguras de 100, 300 e 500mm. O comprimento do rolo para largura de 100mm é de 100m, e de 50m para as larguras de 300 e 500mm.

Não há dúvida de que a fibra de aramida apresenta benefícios em relação à fibra de

carbono, particularmente pelo fato de que não conduz eletricidade e para aplicação em trabalhos subaquáticos. O composto formado pela fibra de aramida e o epóxi torna-se a única opção quando se deseja fazer reforços junto à linhas de transmissão ou de comunicação, não oferecendo, por outro lado

CARACTERÍSTICAS E BENEFÍCIOS DA FIBRA DE ARAMIDA KEVLAR

Características	benefícios
Alta resistência	Aumento na capacidade de carga
Alto módulo	Deformação limitada
Alongamento na rutura	Aumento na utilidade
Tolerância a danos	Segurança
Não condutiva	Livre da eletro-corrosão
Resistente a produtos químicos	Durabilidade
Retarda o fogo	Alta performance a acidentes

CARACTERÍSTICAS DO TECIDO KEVLAR

Características	AK-40	AK-60
Peso em gramas/m ²	320	450
Resistência à tração (projeto) kgf/cm ²	21.735	21.735
Módulo à tração (projeto) kgf/cm ²	1.242	1.242
Espessura em mm	0,193	0,286
Capacidade de carga de projeto/camada de tecido (tf/m)	40	60
Capacidade de carga testada/camada de tecido (tf/m)	55	70
Rigidez de projeto/camada de tecido (kg/mm)	2400	3600

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 Grout 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

TRINCAS COM MOVIMENTOS?



EPÓXI 36 o semi-rígido

A melhor solução para as trincas problemáticas que têm movimento é com o EPÓXI 36. Ele 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

SAIBA COMO SÃO OS EPÓXIS QUE CONTÉM ARAMIDA

A fibra de aramida quando fornecida em tamanho inferior à fibra de polipropileno ou nylon, aquela que se acrescenta ao concreto para evitar a surgência de trincas, tem uma excelente aplicação quando inserida em resinas epóxi, favorecendo, com as fibrilas formadas, uma tixotropia e uma inigualável "armação" ao filme curado.

A aramida é uma fibra orgânica, em poliamida aromática, com altíssima resistência à tração que, uma vez inserida em uma matriz epóxica promove um extraordinário aumento na resistência à flexão, tração e impacto para o filme, saindo daquela situação de fragilidade, para um estado de flexibilidade com extrema durabilidade. A aramida, quando adicionada ao epóxi, promove uma resistência ao calor para valores em torno de 400°C, inimaginável apenas para aquela matriz. Aparentemente, sua maior utilização está nos serviços subaquáticos, revestindo tanques e em plataformas submarinas.



A aplicação de fibras de Kevlar em torno de um tanque de concreto.

Epóxis Subaquáticos?

Bio-Gard 258

Sistema epóxico armado com fibra de aramida para ser aplicado como revestimento em concreto e estruturas metálicas, especialmente usado em serviços subaquáticos.

Bio-Dur 560

Resina epóxica com fibras de aramida. Altíssima resistência abrasiva e de tração em qualquer tipo de superfície, inclusive subaquática.

Bio-Dur 561

Pasta epóxica com fibras de aramida. Ideal para aplicar em superfícies úmidas ou molhadas pois remove a água executando excelente colagem. É a mais indicada para serviços em usinas hidrelétricas, particularmente quando em superfícies sujeitas a erosão/cavitação.

Estes são os epóxis que, efetivamente, fazem o melhor trabalho em sua obra.

Fax consulta nº 274

COMPARE AS CARACTERÍSTICAS

Propriedades Físicas	Reforço unidirecional com epóxi		chapa ou metal
	Kevlar	Carbono	Aço
<ul style="list-style-type: none"> Densidade Resistência específica Rigidez específica 	1,35 3,6 3,4	1,53 3 4,5	7,87 1 1
Propriedades funcionais <ul style="list-style-type: none"> Tolerância a danos Fragilidade Sensibilidade ao álcalis do concreto Sensibilidade à eletro-corrosão Reação ao fogo (durante o evento) <ul style="list-style-type: none"> Após extinção (estocagem de calor) Amortecimento à vibração 	Excelente Não frágil Boa Nenhuma Retardante Baixa Boa	Pobre Frágil Boa Contribui Retardante Baixa Pobre	Boa Não frágil Má Sim Não combustível Alta -
Aplicação <ul style="list-style-type: none"> Manuseio do tecido 	Fácil	Há dificuldades	Impossível
Aspectos Econômicos <ul style="list-style-type: none"> Custo do material Equipamento auxiliar Mão de obra 	Alto Insignificante Baixa	Alto Insignificante Baixa	Baixo Alto Alta
Custo relativo total da obra	Baixo	Baixo	Alto

interferência eletromagnética às ondas de rádio e de instrumentação. Sua resistência química é excelente, já que não corrói em presença da maioria dos produtos químicos, solventes, combustível, detergentes e quando imerso na água do mar.

Fax consulta nº 462

Para ter mais informações sobre Fibras.

Click aqui:

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

REFERÊNCIAS

- Carlos Carvalho Rocha é engenheiro civil, especialista em serviços de recuperação.
- Pinzelli R., The Contribution and Role of KEVLAR Fibre for External Strengthening and Repair of Concrete structures, Structural Faults & Repair Conference, London.
- Suter R., Jungo D.: Private communication of preliminary results on column confinement testing programme, University of Fribourg (Switzerland).
- Cunningham J., Sadka B., Fibre Reinforced Plastic Strengthening of Bridge Supports to

Resist to Vehicle Impact, SAMPE Europe Conference, Paris.

- Denton S., Christie T.J.C. and Powell S.M., The Development of Design Charts for Column Strengthening Using FRP, Bridge Management 4th Conference, Surrey University (UK).
- Andreou E., Delpak R., Chang K. and Pinzelli R., The application of Composite based on Kevlar for the Strengthening of RC Beams, BCA Conference, Birmingham.
- Oswald C.J., Chang K., Shock Tube Testing on Masonry Walls Strengthened with Kevlar, 29th Explosive Safety Seminar, New Orleans.

ELASTO-THANE

ELASTÔMERO (SELANTE) DE POLIURETANO

**R\$ 8,20
O CARTUCHO**

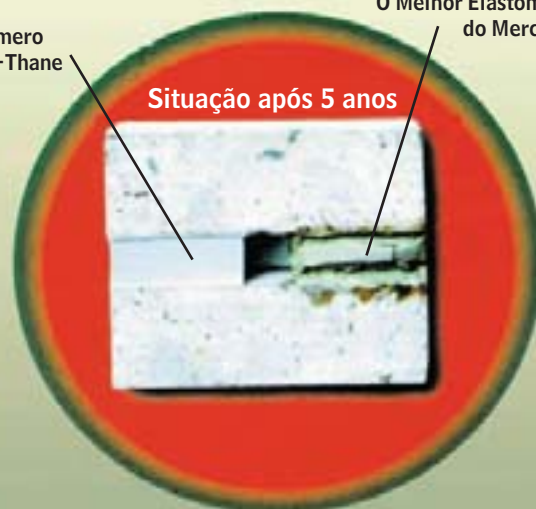
O selante elastomérico de poliuretano ELASTO-THANE é o mais vendido no mercado norte americano.

Saiba a razão desta preferência. Peça o melhor elastômero de poliuretano pelo melhor preço do mercado. Disponível nas cores bronze, calcáreo, cinza e branco.

Elastômero
Elasto-Thane

O Melhor Elastômero
do Mercado

Situação após 5 anos



Fax consulta nº 279